

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TAYANE CAROLINE FIAMETTI CAMERA

EXPLORAÇÃO COM CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO PARA AVALIAÇÃO DE  
TÊXTEIS: CONFORTO TÉRMICO NO DESIGN DE MODA

CURITIBA

2019

TAYANE CAROLINE FIAMETTI CAMERA

EXPLORAÇÃO COM CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO PARA AVALIAÇÃO DE  
TÊXTEIS: CONFORTO TÉRMICO NO DESIGN DE MODA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Design, Setor de Artes Comunicação e Design, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid

CURITIBA  
2019



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR –  
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS HUMANAS COM OS DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Elda Lopes Lira – CRB 9/1295

Camera, Tayane Caroline Fiametti

Calorímetro de baixo custo para avaliação de têxteis: conforto térmico no  
design de moda. / Tayane Caroline Fiametti Camera. – Curitiba, 2019.

Dissertação (Mestrado em Design) – Setor de Artes, Comunicação e  
Design da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid

1. Design têxtil – Moda. 2. Vestuário. 3. Conforto térmico. I. Título.

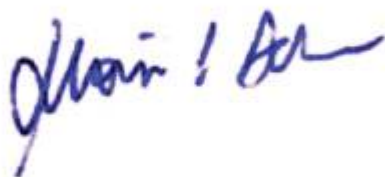
CDD – 677.022

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em DESIGN da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **TAYANE CAROLINE FIAMETTI CAMERA**, intitulada: **EXPLORAÇÃO COM CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO PARA AVALIAÇÃO DE TÊXTEIS: CONFORTO TÉRMICO NO DESIGN DE MODA**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 26 de fevereiro de 2019



ALOÍSIO LEONI SCHMID  
Presidente da Banca Examinadora



FRANCINE AÍDIE ROSSI  
Avaliador Externo (UFPR)



FABIO ALEXANDRE PEREIRA SCACCHETTI  
Avaliador Externo (UTFPR)



VIRGINIA SOUZA DE CARVALHO BORGES KISTMANN  
Avaliador Interno (UFPR)

**ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO  
GRAU DE MESTRE EM DESIGN.**

No dia vinte e seis de fevereiro de dois mil e dezenove às 15:30 horas, na sala PD04, Bloco Didático de Arquitetura e Urbanismo, Centro Politécnico do Setor de ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN da Universidade Federal do Paraná, foram instalados os trabalhos de arguição da Mestranda **TAYANE CAROLINE FIAMETTI CAMERA** para a Defesa Pública de sua Dissertação de Mestrado intitulada: **CONFORTO TÉRMICO NA ESCALA DO CORPO HUMANO: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO PARA AVALIAÇÃO DE TÊXTEIS USADOS NO VESTUÁRIO**. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de PósGraduação em DESIGN da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: ALOÍSIO LEONI SCHMID (UFPR), FRANCINE AIDIE ROSSI (UFPR), FABIO ALEXANDRE PEREIRA SCACCHETTI (UTFPR), VIRGINIA SOUZA DE CARVALHO BORGES KISTMANN (UFPR). Dando início à sessão, a presidência passou a palavra a(o) discente, para que a mesma expusesse seu trabalho aos presentes. Em seguida, a presidência passou a palavra a cada um dos Examinadores, para suas respectivas arguições. A aluna respondeu a cada um dos arguidores. A presidência retomou a palavra para suas considerações finais. A Banca Examinadora, então, e, após a discussão de suas avaliações, decidiu-se pela aprovação da aluna. A Mestranda foi convidada a ingressar novamente na sala, bem como os demais assistentes, após o que a presidência fez a leitura do Parecer da Banca Examinadora. A aprovação no rito de defesa deverá ser homologada pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais do programa. A outorga do título de Mestre está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, **ALOÍSIO LEONI SCHMID**, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

Observações: *Título para a mestr: "Exploração com calorímetro de baixo custo para avaliação de têxteis: conforto térmico no design de moda".*  
*Atender solicitações dos avaliadores na ord final.*

Curitiba, 26 de Fevereiro de 2019.

  
ALOÍSIO LEONI SCHMID  
Presidente da Banca Examinadora

  
FABIO ALEXANDRE PEREIRA SCACCHETTI  
Avaliador Externo (UTFPR)

  
FRANCINE AIDIE ROSSI  
Avaliador Externo (UFPR)

  
VIRGINIA SOUZA DE CARVALHO BORGES KISTMANN  
Avaliador Interno (UFPR)



Aos meus pais, Moacir e Tânia.  
E à minha querida amiga, Bárbara.

## **AGRADECIMENTOS**

Meus maiores agradecimentos são sem dúvidas aos meus pais. Pois desde que decidi estudar Design de Moda, me apoiaram e tornaram esse sonho possível. Agradeço tanto pelo apoio emocional e incentivo quanto pelos recursos investidos em mim para que eu chegasse até aqui.

Agradecimentos especiais ao meu orientador, Aloísio, que desde o início mostrou-se muito paciente e atencioso. Sempre me encorajando a seguir com o trabalho apesar da minha “Síndrome de Impostora” e minhas limitações.

Agradeço à CAPES pelo incentivo em forma de bolsa.

Agradeço aos professores que passaram até agora por toda a vida. Cada um teve sua parcela de ensinamentos que fizeram de mim a pessoa que sou hoje. Da Eva Tânia, minha primeira professora do pré, até a Francine, na última disciplina que cursei no PPGDesign. A professora Gicelma pela ajuda de última hora, obrigada!

Agradeço aos técnicos e aos professores que me ajudaram com alguns detalhes essenciais dos experimentos: Walderson (Engenharia Química), Marcelo (Arquitetura) e Fábio (Engenharia Têxtil). À Kimberly, pela iniciação científica voluntária que me auxiliou em vários ensaios. Sem a ajuda de vocês o caminho para concluir esse trabalho teria sido mais árduo.

Por último, mas não menos importante, agradeço ao universo imensamente pelas amizades feitas nesses dois anos de mestrado. Ao contrário do que eu esperava – um ambiente cheio de concorrência e inimizades – minha turma estava repleta de pessoas (especialmente mulheres) incríveis, parceiras, animadas... Sei que falo por todos quando digo que a vontade de estarmos juntos todos os finais de semana para falar da vida, da pesquisa, trocar dicas e tomar um chope, era maior que a disponibilidade de todo mundo. Tenho certeza que as amizades que fiz durante o mestrado ultrapassarão esses dois anos de pesquisa.

Agradeço a cada pequeno acontecimento que fez com que eu chegasse até aqui, inclusive aos que não foram como o planejado ou que na hora pareceram “dar errado”. Não houve uma pedra no caminho que não fosse necessária para meu crescimento.

“O negócio era ser corajosa e ousada e realizar alguma coisa”, pensou consigo mesma. Não exatamente mudar o mundo, só um pouco à sua volta. Sair por aí com o diploma [...] muita paixão e a nova máquina de escrever elétrica Smith Corona e trabalhar duro em... alguma coisa. Mudar a vida das pessoas através da arte, talvez. Escrever coisas bonitas. Agradar aos amigos, continuar fiel aos próprios princípios, viver plenamente, bem e com paixão. Experimentar coisas novas. Amar e ser amada, se possível. Comer com moderação. Coisas assim.

(Um dia, David Nicholls, 2011, p. 22)



## RESUMO

O trabalho aborda os conceitos de conforto térmico voltado ao vestuário e visa avaliar uma forma alternativa para a mensuração da resistência térmica dos tecidos. Para alcançar tal objetivo foram construídos protótipos para a realização de ensaios com amostras utilizadas no mercado. Após a geração e avaliação de diferentes modelos de calorímetro, chegou-se a dois modelos finais produzidos em cerâmica, em que um foi impermeabilizado e outro mantido sua porosidade. A primeira etapa do trabalho compreende a realização de uma pesquisa bibliográfica, em que poucos trabalhos foram encontrados que se assemelhassem à ideia proposta. O método adotado é experimental. Os ensaios foram realizados em uma câmara climática localizada no Laboratório de Ambiente Construído da Universidade Federal do Paraná. Após ensaios de ajuste para atestar sua funcionalidade, o protótipo foi submetido a condições controladas de radiação, ventilação e camada de ar entre tecido e calorímetro (representando o corpo humano). Oito amostras foram testadas, sendo divididas em pares segundo suas aplicações na confecção. Os resultados apontam que a camada de ar e as condições climáticas são variáveis mais relevantes do que a própria composição têxtil. Dessa forma, é necessário avaliar o design de moda e o conforto de forma mais aprofundada, pensando nas situações em que aquela peça de roupa será utilizada para alcançar um estado de neutralidade térmica.

**Palavras-chave:** Conforto térmico. Vestuário. Manequim térmico.

## **ABSTRACT**

The work approaches the concept of thermal comfort focused to clothing and it aims to evaluate the alternative way to measure the thermal resistance of fabrics. To achieve this goal prototypes were made to run tests with samples used in market. After generation and evaluation of different kind of calorimeter, came up to two final models produced in ceramic, in which one was waterproofed and another maintained its porosity. The first step of the work includes the accomplishment of the bibliographic search, in which few works were found that resemble the proposed idea. The method adopted is experimental. The tests were accomplished in a climatic chamber localized in the Ambiente Construído laboratory of Universidade Federal do Paraná. After adjusting tests to attest its functionality, the prototype were submitted to controlled condition of radiation, ventilation and air layer between fabric and calorimeter (representing the human body). Eight samples were tested, being divided in pairs according to their applications in industry. The results indicate that the air layer and climatic conditions are more relevant variables than the composition of the fabric itself. In this way, it is necessary to evaluate the fashion design and the comfort in a deeper way, thinking in situations in which that piece of clothing will be used to achieve the state of thermal neutrality.

**Keywords:** Thermal comfort. Clothing. Thermal manikin.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MANEQUIM TÉRMICO “NEWTON” .....	28
FIGURA 2 – PRIMEIRO PROTÓTIPO, ENSAIO COM TRICOLINE.....	39
FIGURA 3 - PROTÓTIPO DE CERÂMICA COM FILTRO DE BARRO.....	40
FIGURA 4 - PROTÓTIPO DE CERÂMICA COM VASOS ITAMARATI.....	41
FIGURA 5 - PROTÓTIPO DE CERÂMICA COM VASOS GLASURADOS.....	42
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA MALHA E DO TECIDO PLANO.....	43
FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO DAS LIGAÇÕES TELA, SARJA E CETIM.....	44
FIGURA 8 - TERMÔMETROS E BALANÇA.....	48
FIGURA 9 - LAYOUT DA SALA DURANTE O ENSAIO SIMPLES.....	48
FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO DO ENSAIO COM RADIAÇÃO.....	49
FIGURA 11 - LAYOUT DA SALA DURANTE ENSAIO COM VENTILAÇÃO.....	50
FIGURA 12 - TENTATIVAS DE IMPRESSÃO DO AFASTADOR 3D.....	51
FIGURA 13 - JARROS COM AFASTADOR.....	52



## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – ENSAIO SIMPLES ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ).....	56
GRÁFICO 2 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – CAMADA DE AR ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ) .....	58
GRÁFICO 3 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – RADIAÇÃO ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ).....	59
GRÁFICO 4 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – RADIAÇÃO E CAMADA DE AR ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ).....	60
GRÁFICO 5 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – VENTILAÇÃO ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ). 61	
GRÁFICO 6 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – VENTILAÇÃO E CAMADA DE AR ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ).....	63

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ALGUNS MARCOS HISTÓRICOS NO DESENVOLVIMENTO DE MANEQUINS TÉRMICOS COM FORMA HUMANA.....	29
QUADRO 2 - TÍTULO DO QUADRO.....	31

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - PROCURA MUNDIAL DE FIBRAS (volume, em 1.000 toneladas).....	17
TABELA 2 - BRASIL: CONSUMO INDUSTRIAL DE FIBRAS – 1970 A 2017.....	18
TABELA 3 - PERCENTUAL DE REGAIN DE ALGUMAS FIBRAS.....	34



## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil

ASHRAE - *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado)

Clo - *Clothing*, unidade de medida da resistência térmica do vestuário

IEMI – Instituto de Estudos e Marketing Industrial

PMV – *Predicted Mean Vote*, voto médio previsto

PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied*, percentual de pessoas insatisfeitas

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\lambda$	-	condutividade térmica do material (W/mK)
$\Delta$	-	diferença entre duas variáveis

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 OBJETIVOS.....	20
1.1.1 Objetivos específicos.....	20
1.2 JUSTIFICATIVA.....	20
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	21
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>22</b>
2.1 CONFORTO TÉRMICO.....	22
2.2 MANEQUIM TÉRMICO.....	27
2.3 FIBRAS TÊXTEIS.....	30
2.3.1 Características têxteis e conforto térmico.....	33
<b>3 MÉTODO.....</b>	<b>36</b>
3.1 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	36
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	36
3.3 SELEÇÃO DO MÉTODO.....	37
3.4 DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	37
3.5 GERAÇÃO DE PROTÓTIPOS.....	38
3.5.1 Primeiro protótipo.....	38
3.5.2 Segundo protótipo.....	39
3.5.3 Terceiro protótipo.....	40
3.5.4 Quarto protótipo.....	41
3.6 AMOSTRAS.....	42
3.6.1 Crepe.....	44
3.6.2 Viscose.....	45
3.6.3 Lã Natural.....	45
3.6.4 Lã Batida.....	45
3.6.5 Brim.....	46
3.6.6 Oxford.....	46
3.6.7 Linho.....	46
3.6.8 Tricoline.....	46
3.7 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS.....	47
3.7.1 Ensaio Simples.....	47
3.7.2 Ensaio com radiação.....	49



3.7.3 Ensaio com ventilação.....	50
3.7.4 Afastadores.....	51
3.8 PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA.....	52
<b>4 RESULTADOS E ANÁLISE.....</b>	<b>56</b>
4.1 ENSAIO SIMPLES.....	56
4.2 CAMADA DE AR.....	57
4.3 ENSAIOS COM RADIAÇÃO JUSTO AO PROTÓTIPO.....	59
4.4 ENSAIO COM RADIAÇÃO E CAMADA DE AR.....	60
4.5 ENSAIO COM CORRENTE DE AR.....	61
4.6 ENSAIO VENTILAÇÃO E CAMADA DE AR.....	62
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
5.1 LIMITAÇÕES.....	65
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.....	66
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>68</b>
<b>APÊNDICE 1 – DADOS ENSAIOS.....</b>	<b>71</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Conforto pode ser definido como um estado físico, psicológico e fisiológico em que um indivíduo se encontra em situação de harmonia com o ambiente (Slater, 1986). Também pode ser considerado um estado neutro, com ausência de dor e sofrimento (Slater, 1997). Sendo assim, uma condição importante para o bem-estar dos seres humanos. O conforto pode estar associado ao ambiente, ao clima, a um móvel, entre outros. Um item presente na vida de todas as pessoas que também apresenta características de conforto é o vestuário.

O mercado do vestuário encontra-se repleto de opções para o consumo dos usuários, variando conforme o gênero, tamanho, idade, poder aquisitivo, estilo de vida, entre outros. Essa variedade e o fácil acesso podem ser atribuídos ao crescimento econômico e à globalização. A produção em massa, concebida na revolução industrial, possibilitou a produção em grande escala enquanto a globalização rompeu as fronteiras territoriais e o mundo todo passou a ser fornecedor e consumidor.

Com o aumento da produção de itens do vestuário, consequentemente houve o crescimento do consumo de matérias primas e também a busca por preços de materiais mais atrativos que refletem no preço final do produto. Dessa forma, ocorreu a expansão da oferta de tecidos de fibras sintéticas, compostos de materiais derivados do petróleo (poliéster, poliamida, acrílico), mais fáceis de se produzir se comparadas com as fibras naturais (vegetais e proteicas) que demandam a cultura do solo ou de animais, envolvendo sementes, adubos, pesticidas, máquinas e trabalho humano. Estudos realizados entre 2012 e 2014 indicam que o consumo mundial de fibras sintéticas já era duas vezes maior que o consumo de fibras naturais (PORTUGAL TÊXTIL, 2014; PEZZOLO, 2012).

Uma característica têxtil importante a ser ressaltada é o *regain*, que representa a taxa de água absorvida pelo material seco sob condições controladas de umidade e temperatura, e comparada com a massa do produto seco (ALONSO, 2013). Está relacionada à quantidade de água presente na estrutura da fibra. O algodão (fibra natural) apresenta o *regain* de 8,5%. Já o poliéster (sintético) apresenta menos de 1% (AGUIAR NETO, 1996). O *regain* é uma característica que

pode ser relacionada com o conforto térmico, podendo agir como um facilitador ou barreira para as trocas de umidade do corpo com o ambiente.

De acordo com o estudo publicado pela Textiles Intelligence (2014), em 2013 houve um aumento de 2,7% de procura por fibras no mundo todo. Esse aumento refletiu na produção de fibras sintéticas, que cresceu 6,0%, enquanto a procura por fibras naturais diminuiu 3,9%. O algodão em particular, sofreu uma queda de 4,0% (PORTUGAL TÊXTIL, 2014). Atualmente, a procura por fibras sintéticas é maior que a procura por fibras naturais. A diferença é de praticamente o dobro de uma sobre a outra, como pode ser observado na tabela abaixo:

TABELA 1 - PROCURA MUNDIAL DE FIBRAS (VOLUME, EM 1.000 TONELADAS)

<b>Fibra</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b><i>Fibras Artificiais</i></b>					
Fibras cortadas	2.615	2.877	3.218	3.860	4.403
Filamentos contínuos	362	398	424	421	398
<i>Total fibras artificiais</i>	2.977	3.275	3.642	4.281	4.801
<b><i>Fibras sintéticas</i></b>					
Fibras cortadas	15.024	15.859	16.634	17.468	17.768
Filamentos contínuos	24.089	27.959	30.710	33.671	36.196
<i>Total fibras sintéticas</i>	39.113	43.818	47.344	51.139	53.964
<b><i>Fibras naturais</i></b>					
Algodão	24.441	25.002	23.921	26.684	25.628
Lã	1.104	1.126	1.117	1.166	1.121
Linho	321	244	227	243	245
Seda	127	140	132	132	138
<i>Total fibras naturais</i>	25.993	26.512	25.397	28.225	27.132
<b>Total todas as fibras</b>	<b>68.083</b>	<b>73.605</b>	<b>76.383</b>	<b>83.645</b>	<b>85.897</b>

Fonte: Portugal Têxtil (2014).

No Brasil, o panorama não difere do restante do mundo. É possível observar nos dados fornecidos pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT, 2017) a mudança no consumo dos filamentos têxteis de 1970 até 2016. No ano de 1970, o consumo das fibras naturais fechou em quatrocentas e quatro mil toneladas, enquanto as artificiais cinquenta mil toneladas e as sintéticas sessenta e um mil toneladas. O consumo das fibras sintéticas cresceu gradativamente enquanto o das artificiais não apresentou aumento relevante. Em 1980, as fibras naturais totalizaram

setecentos e dezenove mil toneladas, as fibras artificiais quarenta e oito mil toneladas e as fibras sintéticas duzentos e quarenta mil toneladas. Em dez anos é possível observar o aumento proporcional na procura pelas fibras sintéticas.

TABELA 2 - BRASIL: CONSUMO INDUSTRIAL DE FIBRAS – 1970 A 2017

Fibra (em 1.000 toneladas)	1970	1980	1990	2000	2010	2015	2016	2017
Algodão (N)	291,3	572,4	730,0	885,0	1015,0	820,0	660,0	700,0
Lã (N)	13,8	18,4	18,0	8,3	5,5	4,5	3,9	2,9
Linho/Rami (N)	23	18,3	16,4	2,4	1,60	0,60	0,60	0,60
Seda (N)	0,10	0,44	0,33	0,11	0,09	0,04	0,04	0,03
Juta (N)	76,7	109,7	29,7	19,0	19,0	12,0	11,0	11,5
Viscose (A)	42,0	44,2	38,4	30,1	23,84	12,7	14,0	11,90
Acetato (A)	8,6	4,6	3,4	1,5	8,4	7,6	6,3	13,68
Poliamida (S)	28,7	90,8	65,6	101,5	96,7	74,1	72,9	94,8
Poliéster (S)	22,5	121,1	112,6	314,6	455,97	406,7	465,7	501,4
Acrílico (S)	8,7	28,5	20,4	53,3	31,9	12,6	10,9	13,3
Polipropileno (S)	1,6	*	73,0	122,1	126,0	156,0	156,3	135,9
Total Naturais	404,9	719,2	794,4	914,8	1.041,2	837,1	675,5	715,0
Total Artificiais	50,6	48,8	41,8	31,6	32,2	19,8	20,3	25,6
Total Sintéticas	61,5	240,4	271,6	591,5	710,6	649,4	705,8	745,5

FONTE: adaptado de ABIT (2017).

(N) = fibra natural

(A) = fibra artificial

(S) = fibra sintética

\* = Informação não disponível

“Seguindo a tendência mundial, a fibra química mais consumida no Brasil para vestuário é o poliéster (50%), vindo a seguir o náilon (25%) e a viscose (11%)” (OLIVEIRA, 1997, p.27), e tende ao aumento do uso das fibras sintéticas, levando em conta o crescimento populacional e a necessidade de aumentar o plantio de alimentos, que diminui a área disponível para produção de fibras naturais vegetais. A previsão de Oliveira tecnicamente se cumpriu, porém, não exatamente pelas causas citadas. A diferença de custo pode ser considerada a razão pelo qual as fibras sintéticas são preferidas pela indústria do vestuário, além da fácil aquisição em grandes quantidades e a curto prazo (PEZZOLO, 2012).

Alguns autores chegaram a defender uma opinião contrária, prevendo aumento de uso das fibras artificiais celulósicas (viscose), devido à diminuição das reservas de petróleo (OLIVEIRA, 2008); essa previsão pode ser refutada observando os dados de aumento da procura por fibras sintéticas, enquanto a busca por fibras naturais decaiu. Em 2016, foram consumidas seiscentos e setenta e cinco



mil toneladas de filamentos naturais, vinte mil toneladas de fibras artificiais e setecentos e cinco mil toneladas de filamentos sintéticos.

Dessa forma, a mudança da oferta de tecidos pela produção em larga escala pode impactar no desempenho térmico dos artigos de vestuário. Por exemplo, Santos (2009) observou em sua pesquisa que as meias compostas por uma mistura de lã, poliamida e elastano apresentam maior resistência térmica em comparação às meias de algodão. Também concluiu que as meias de algodão possuem menor resistência evaporativa, facilitando as trocas de umidade. Esse estudo comprova que a composição do artigo têxtil interfere nas trocas de calor sensível e latente do corpo com o ambiente.

Outro trabalho com uma análise interessante das fibras e seu desempenho térmico é o de Cubric et al (2013). Nele são produzidas 33 amostras de malha com 5 composições diferentes (100% algodão, 50% algodão e 50% modal, 100% viscose, 100% liocel e 100% poliéster), diferentes gramaturas e beneficiamentos. Após os testes no manequim Newton, foi possível observar que as amostras 100% viscose e liocel (fibras com maior taxa de recuperação de umidade, ou *regain*) apresentam menor resistência ao vapor de água, em comparação à mesma amostra de malha. No algodão, essa diferença é de 28%. Também destacou-se, no trabalho, a perda de resistência em tecidos mais finos.

Gericke e Van der Pol (2010) desenvolveram amostras de malha para realizar uma comparação precisa entre as fibras de algodão, viscose e a então novidade de mercado malha de bambu. O objetivo da pesquisa era atestar se a superioridade no conforto da fibra de bambu sobre as outras fibras naturais comparadas, era verdadeira ou não passava de um truque de marketing. As amostras foram testadas no manequim térmico Walter e em outros dois equipamentos de mensuração de resistência térmica e permeabilidade: a alambeta e o Permetest. A pesquisa concluiu que não é possível atestar tal desempenho superior em relação à viscose e ao algodão, ainda assim é uma fibra com características muito próximas.

Pode-se supor então que a substituição da matéria prima natural pela sintética traz mudanças no comportamento da peça de roupa e altera também a reação do corpo ao ambiente, dando assim a sensação de mais frio ou calor, atrapalhando ou contribuindo com a perda de calor latente (por evaporação da água

emanada pelos poros, ou do suor). Como pode ser visto nos exemplos acima, experimentos com manequins térmicos são uma forma adequada e precisa de mensurar as diferenças de cada fibra empregada no vestuário. Os manequins são dispositivos de alta tecnologia que simulam o comportamento do corpo humano de forma controlada, porém, é um equipamento de alto custo e difícil acesso, o que restringe sua aplicação.

Logo, o **problema da pesquisa** se define em: Como quantificar, com baixo custo, a resistência térmica dos tecidos de forma alternativa ao manequim térmico a fim de avaliar a sensação térmica que as roupas proporcionam?

## 1.1 OBJETIVOS

O **objetivo geral da pesquisa** é explorar um método alternativo para avaliar a resistência térmica das estruturas têxteis voltadas ao vestuário a partir de materiais e processos de baixo custo.

### 1.1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) criar um protótipo de mensuração da resistência térmica para utilização no experimento;
- b) testar o protótipo sem tecido;
- c) selecionar amostras e variáveis para a avaliação do protótipo;
- d) analisar os resultados obtidos nos ensaios;

## 1.2 MÉTODO

O método aplicado para alcançar os objetivos da pesquisa é o experimental. Foram produzidos protótipos que simulam de forma simplificada as reações do corpo humano para testar oito amostras de tecido, divididas em duplas de acordo com sua aplicação no mercado. Com os dados dos ensaios foi possível calcular a resistência térmica de cada amostra e então analisar as diferenças entre elas.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O mercado da moda não aparenta ter o conforto térmico como prioridade no setor de roupas casuais ou do dia a dia. É possível observar o apelo ao conforto no marketing de peças esportivas de alto desempenho e roupas para situações de frio extremo, como montanhismo, mas esses atributos não são explorados no design de peças para o dia a dia.

Outro fator relevante é a escassez de estudos direcionados para o clima e consumidores brasileiros. Sendo o Brasil o quarto maior produtor de artigos do vestuário no mundo (IEMI, 2010), promover estudos que possam melhorar a qualidade dos produtos nacionais pode beneficiar o mercado têxtil do país.

Em geral, os manequins térmicos são ferramentas avançadas, capazes de simular a temperatura do corpo, transpiração e movimentos de forma constante sem variação metabólica. No entanto, esse equipamento possui alto custo e é de difícil acesso para pesquisa no Brasil. Durante a pesquisa não foi constatada a existência de manequins térmicos por instituições de ensino no país.

Outro fator relevante é a importância do conforto térmico para o ser humano. Além dos fatores envolvidos com a saúde, o conforto térmico também interfere na produtividade de um trabalhador (FANGER, 1982). Adequar o vestuário para que ele forneça maior conforto térmico para o usuário traz melhorias tanto para o seu bem-estar, quanto para sua atividade no ambiente de trabalho.

O protótipo desenvolvido aplicado ao mercado de moda pode se tornar um aliado de marcas que desejam trazer o conforto térmico como parte dos valores da marca e de seus produtos, permitindo que as peças desenvolvidas sejam simuladas e testadas. A ferramenta pode também contribuir com a atualização das normas do vestuário em relação aos valores de resistência térmica.

### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A fundamentação deste trabalho, correspondente ao capítulo dois, está estruturada de forma a contextualizar o conforto térmico, classificar os tipos de fibras têxteis e as mais usadas no mercado e apresentar os modelos de manequins térmicos encontrados para pesquisa. Uma revisão sistemática da literatura foi



realizada para justificar a importância do trabalho e a relevância da pesquisa no meio acadêmico.

No capítulo três é apresentado o método, contendo a delimitação da pesquisa, caracterização, seleção do método e delineamento do estudo. Como subtópico é apresentada a geração de protótipos e a justificativa das melhorias até que o modelo final tenha sido alcançado. Em seguida, as amostras testadas são classificadas e caracterizadas. Por fim, tem-se a descrição do protocolo de cada tipo de ensaio e o cálculo de resistência adotado.

O quarto capítulo apresenta os resultados alcançados e a respectiva análise.

Por fim, o capítulo cinco encerra o trabalho com as conclusões.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Para compreender melhor o tema a ser abordado, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em busca de trabalhos que tratassem da avaliação do desempenho térmico do vestuário por meio de manequins térmicos e de trabalhos que comparassem diferentes fibras têxteis. Poucos trabalhos que compreendessem os três tópicos foram encontrados, sendo necessária a abertura do escopo em busca de trabalhos mais amplos. A seguir cada tema é brevemente apresentado de acordo com os resultados da pesquisa.

### **2.1 CONFORTO**

É possível definir conforto como um “estado agradável de harmonia fisiológica, psicológica e física entre o ser humano e o ambiente” (SLATER, 1986 apud BRAGA, 2008). O conforto pode ser dividido em quatro categorias: o conforto psicológico, conforto sensorial, conforto ergonômico e conforto térmico (ABREU, 2008).

O conforto psicológico está aliado ao senso estético e ao bem-estar do usuário ao sentir que está vestido de forma adequada, expressando seu status econômico, social e sua individualidade perante seu círculo social (ABREU, 2004; SLATER 1977). O conforto sensorial diz respeito à reação causada pelos tecidos ao serem tocados (BRAGA, 2008).

O conforto ergonômico surgiu a partir da ergonomia, área que estuda a interação dos seres humanos com outros componentes da sociedade, visando otimizar o trabalho e o bem-estar das pessoas durante as atividades. No vestuário o conceito é aplicado com o objetivo de minimizar o desconforto de modo a evitar um desgaste físico causado pela roupa, seja em relação ao toque do tecido ou modelagem (HEINRICH, 2008).

### 2.1.1 Conforto térmico

O conforto térmico pode ser compreendido como estado psicológico que expressa satisfação com o ambiente térmico (ASHRAE, 1966; ISO 7730, 2005). Dois fatores podem simplificar a descrição do conforto térmico de um indivíduo: a diferença de umidade entre sua pele e o meio ambiente – havendo perda de calor latente pela evaporação da água ou do suor – e a diferença de temperatura entre a pele e o meio ambiente – com perda ou ganho de calor por condução, convecção ou radiação. Relacionam-se, respectivamente, com o fluxo de calor latente e o fluxo de calor aparente (XAVIER, 2000) ou sensível.

Já Fanger (1982), de forma mais completa, mencionava três variáveis para o conforto térmico: taxa metabólica, isolamento da roupa e clima (temperatura do ar, radiação, velocidade do ar e umidade). O desempenho térmico do vestuário em si já é uma variável um tanto complexa, pois abrange a resistência térmica da roupa, a absorvidade e emissividade de radiação e a fração do corpo que está coberta pela peça (FANGER, 1982).

Em 1963, Olgyay definiu algumas zonas de conforto térmico a partir do seu estudo. Como por exemplo, a faixa para os habitantes britânicos estava entre 14,4°C e 21,1°C, dos americanos entre 20,5°C e 26,6°C. Já nos trópicos a média de temperatura de conforto pairava entre 23,3°C e 29,4°C. O estudo de Olgyay foi baseado em vários fatores que o autor mesmo define como complexos. Pois além de considerar a posição geográfica da zona climática, poderia variar de acordo com o indivíduo, sua faixa etária, metabolismo entre outros fatores. (OLGYAY, 1963 apud HESCHONG, 1978). É provável que as preferências dos habitantes tenham mudado ao longo do tempo, mas é interessante ressaltar, nesse trabalho, que a zona de conforto térmico sofre também variação cultural, não sendo um valor homogêneo para o mundo todo.



Heschong, em sua obra, propõe a existência de um consenso que o melhor ambiente térmico não deve nunca ser percebido e que uma vez que esse ambiente idealmente confortável é fornecido, todas as necessidades térmicas são atendidas. Enquanto o diferencial de temperatura não for muito grande, nossos corpos podem usar uma de suas estratégias metabólicas para se adaptar às novas condições e o estímulo térmico não será mais perceptível (HESCHONG, 1978).

Em 1970, Fanger publicou seu trabalho sobre conforto térmico, com bases em estudos em laboratório em câmara climática. Os voluntários da pesquisa vestiam-se com roupas padronizadas e as atividades realizadas também eram padronizadas, mas as variáveis climáticas eram manipuladas a cada ensaio. Ao final de cada sessão, os participantes assinalavam a sensação térmica de acordo com uma escala que variava de +3 (muito quente) a -3 (muito frio). A outra etapa da pesquisa correspondia aos voluntários ajustarem a temperatura da sala com o propósito de atingir a neutralidade térmica, equivalente ao 0 na escala (FANGER, 1982).

Por depender também das condições biológicas e culturais de cada indivíduo, não é possível agradar totalmente um grupo de pessoas no mesmo ambiente. Assim surgiu o PMV, um indicador de conforto térmico que tenta abranger a maior parte possível de pessoas numa faixa de neutralidade térmica, estado em que uma pessoa está satisfeita com as condições climáticas e, portanto, não escolheria que o tempo estivesse mais quente, nem menos. (FANGER, 1982).

Além do PMV, *Predicted Mean Vote*, ou voto médio predito, o estudo de Fanger deixou como resultado também o PPD, *Predicted Percentage of Dissatisfied* ou percentual de pessoas insatisfeitas. Esses modelos ainda são utilizados e estão contemplados na Norma ISO 7730:2005.

Porém, alguns autores não consideram o modelo PMV realista, pois seus cálculos em laboratório com atividade sedentária e roupas leves parecem mais precisos do que comparando com a aplicação em campo em situações reais de trabalho (CHARLES, 2003); (OLESEN; PARSONS, 2002).

De Dear e Brager (2002) pontuam algumas considerações sobre o estudo de Fanger em relação aos resultados alcançados em sua pesquisa. Segundo os autores, pessoas que vivem o ano todo em espaços artificialmente climatizados são propensas a desenvolver altas expectativas de homogeneidade e amenidade das

temperaturas, e podem ser bastante críticas quanto às variações térmicas do ambiente, assemelhando-se ao resultado apresentado por Fanger. Em compensação, pessoas que trabalham em edifícios com ventilação natural são mais receptivas com as variações de temperatura, e seu comportamento destoa daquele que seria previsto por Fanger.

Nesse mesmo trabalho, os autores consideram outros fatores que interferem na adaptação além dos contemplados na ASHRAE Standard 55. Seriam os fatores psicológicos, fisiológicos (alimentação e metabolismo) e os hábitos de abrir e fechar janelas, remover ou acrescentar camadas de roupa, tomar bebidas frias quando está calor e quentes quando está frio, entre outras. Acredita-se que essas diferenças possam interferir no resultado final do estudo, tendo conhecimento que os voluntários da pesquisa de Fanger eram pessoas acostumadas a frequentar ambientes climatizados artificialmente (DE DEAR & BRAGER, 2002).

Conforto térmico, apesar de ser um conceito de fácil entendimento, é difícil de ser mensurado (BRAGA, 2008). Além de complexo, estudar o conforto térmico com a participação de muitas pessoas apresenta um custo alto. Geralmente para os estudos de conforto térmico é utilizada uma estimativa de valores, com dados encontrados em estudos anteriores, como os que fundamentam a Norma ISO 9920:2007, que define os valores de isolamento térmico e resistência ao vapor d'água do vestuário. Entretanto, tal norma não considera características como a composição dos tecidos, cores e outras variáveis ambientais, tornando assim o cálculo questionável (MOURA, 2012).

Para facilitar a avaliação da resistência térmica das roupas, havia surgido já em 1941 uma nova unidade de medida: o *Clo*. Introduzida por Gagge, 1 *clo* equivale a  $0,155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$ , e representa o isolamento necessário para manter em conforto térmico um indivíduo sentado e em repouso em um ambiente com temperatura do ar de  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ , umidade relativa de 50% e velocidade do ar de  $0,1 \text{ m/s}$ . O índice *clo* se refere ao efeito do isolamento para o corpo como um todo, representando uma resistência média entre toda a superfície da pele e o ambiente exterior (BRAGA, 2008; PARAUTA, 2012). Aceita-se como uma aproximação adotável que o índice *clo* seja calculado a partir da somatória dos valores atribuídos às peças de vestuário, porém a atribuição desses valores não considera a composição das fibras de cada artigo, nem as cores das peças.

A resistência térmica, representada pela letra  $R$ , é a propriedade em resistir à passagem do calor e está ligada diretamente à sua espessura. A resistência térmica de um material homogêneo é calculada a partir da equação:

$$R = \frac{e}{\lambda} \quad (1)$$

em que:

$e$  = espessura do material (m)

$\lambda$  = condutividade térmica do material (W/m K)

Quando se trata de um material heterogêneo, o cálculo pode ser feito em série ou em paralelo, dependendo da construção das camadas do material. No caso de uma distribuição de camadas padronizadas (como uma laje de concreto encimada por contrapiso de argamassa e carpete) o cálculo se dá em série apenas com a soma das resistências térmicas de cada componente. Já a resistência em paralelo de camadas heterogêneas (como uma parede com janela de vidro) se dá a partir da seguinte fórmula (*ibidem*):

$$RT = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{\frac{A_a}{R_a} + \frac{A_b}{R_b} + \dots + \frac{A_n}{R_n}} \quad (2)$$

Em que:

$A_a, A_b, \dots, A_n$  = área do elemento, transversal ao sentido do fluxo de calor (m<sup>2</sup>);

$R_a, R_b, \dots, R_n$  = resistência térmica do elemento (m<sup>2</sup>K/W).

O cálculo de resistência térmica a ser utilizada para analisar o resultado dos ensaios é da resistência em série, por se tratar de um tecido uniforme aplicado a toda área lateral do protótipo.

A norma ISO 9920 (2007) recomenda algumas equações para o cálculo do isolamento térmico do vestuário. Como por exemplo:

$$I_T = \frac{\bar{T}_{sk} - T_o}{\dot{Q}_s} \quad (3)$$

Esta equação é recomendada para calcular o isolamento total da roupa. Em que:

$I_T$  = isolamento total

$T_o$  = temperatura atual

$T_{sk}$  = temperatura média da pele

$Q_s$  = fluxo de calor sensível

A segunda equação é recomendada para o cálculo do isolamento da camada de ar. Esse ensaio é realizado com o manequim “nu” sob as mesmas condições que serão aplicadas aos outros ensaios. Em que:

$$I_a = \frac{1}{h_c + h_r} \quad (4)$$

$I_a$  = isolamento da camada de ar

$h_c$  = coeficiente de convecção

$h_r$  = coeficiente de radiação

$$I_{cl} = I_T - \frac{I_a}{f_{cl}} \quad (5)$$

$I_{cl}$  = isolamento da roupa

$I_T$  = isolamento total

$I_a$  = isolamento da camada de ar

$f_{cl}$  = fator de área das roupas

A norma 9920:2007 também apresenta cálculos para resistência ao vapor de água e extensas tabelas com dados aproximados de isolamento térmico (clo) para conjuntos de vestuário.



## 2.2 MANEQUIM TÉRMICO

O manequim térmico é uma ferramenta precisa e confiável para medição de fluxos de calor para avaliação do conforto térmico, se comparada com experimentos envolvendo seres humanos para coleta de dados, porém inacessível devido ao alto custo e quantidade limitada de exemplares. O manequim térmico mede a taxa de perda de calor pelo corpo humano de acordo com o traje, não sofrendo variações de acordo com o metabolismo ou alimentos termogênicos, e é capaz de simular a transpiração, os movimentos e distribui o calor de formas diferentes para o corpo da mesma forma que ocorre no corpo humano (HOLMÉR, 2004).

O primeiro manequim térmico conhecido foi desenvolvido em 1941 por Harwood Belding com o intuito de analisar a vestimenta militar. Possuía apenas um filamento de cobre para aquecê-lo e um ventilador interno que distribuía o calor (ENDRUSICK, 2003). A partir desse modelo, outros foram desenvolvidos até chegar nos atuais manequins térmicos, com controle digital, simulação de movimentos e transpiração.

Pode-se classificar os modelos de manequins térmicos em três gerações: A primeira geração abrange os manequins estáticos e não-transpiráveis. Na segunda geração os manequins adquirem movimentos, mas não possuem a capacidade de simular a transpiração; para tal era necessário vestir o manequim com tecidos altamente absorventes e aplicar água. Essa característica é encontrada a partir da terceira geração, entretanto é uma tecnologia pouco acessível (FAN & CHEN, 2002; SANTOS, 2009).

Com esses modelos de última geração é possível simular a influência de determinada peça do vestuário sobre o conforto térmico levando em conta a transpiração e a perda de calor pelo contato com o ar ocasionadas pelo movimento dos membros em uma corrida, por exemplo. O quadro 1 elaborado por Santos (2009) sintetiza os modelos de manequins térmicos desenvolvidos até então, junto do ano e da tecnologia empregada.



QUADRO 1 - ALGUNS MARCOS HISTÓRICOS NO DESENVOLVIMENTO DE MANEQUINS  
TÉRMICOS COM FORMA HUMANA

1	Segmento único	Cobre	Analógico	-	US 1945
2	Multi segmentos	Alumínio	Analógico	-	UK 1964
3	Manequim de Radiação	Alumínio	Analógico	-	França 1972
4	Multi segmentos	Plástico	Analógico	Capacidade de movimentação	Dinamarca 1973
5	Multi segmentos	Plástico	Analógico	Capacidade de movimentação	Alemanha 1978
6	Multi segmentos	Plástico	Digital	Capacidade de movimentação	Suécia 1980
7	Multi segmentos	Plástico	Digital	Capacidade de movimentação	Suécia 1984
8	Manequim de incêndio	Alumínio	Digital	-	US
9	Manequim de imersão	Alumínio	Digital	Capacidade de movimentação	Canadá 1988
10	Manequim Transpirável	Alumínio	Digital	-	Japão 1988
		Plástico	Digital	Capacidade de movimentação	Finlândia 1988
		Alumínio	Digital	Capacidade de movimentação	USA 1996
11	Manequim Feminino	Plástico	Digital, modo de regulação de conforto	Capacidade de movimentação, simulação da respiração	Dinamarca 1989
12	Manequim Térmico Respirável	Plástico	Digital, modo de regulação de conforto	Capacidade de movimentação, simulação da respiração	Dinamarca 1996
13	Manequim transpirável	Plástico	Digital, 30 zonas secas e 125 molhadas	Movimentos realistas	Suíça 2001
14	Manequim transpirável	Metal	Digital, 126 zonas	Articulado	USA 2003
15	Manequim virtual, computacional	Numérico, modelo geométrico	Simulações de transferência de calor e de massa	Articulado	China 2000
16	Segmento único, manequim transpirável	Tecido respirável	Digital, aquecimento de água	Capacidade de movimentação	China 2001
17	Manequim de segmento único	Tecido impermeável	Digital, aquecimento de ar	Capacidade de movimentação	USA 2003

FONTE: SANTOS (2009).

É importante ressaltar que apesar da evolução dos manequins térmicos, ainda há um caminho grande a ser percorrido até que as simulações sejam reproduzidas com fidelidade ao que acontece no corpo humano. Por exemplo, o manequim “Walter” simula a perda de água por evaporação, enquanto o manequim “Newton” (Figura 1) reproduz a transpiração em forma líquida. A terceira geração ainda não consegue simultaneamente demonstrar as duas formas de transpiração presentes no organismo, devido à sua complexidade (SANTOS, 2009).

FIGURA 1 - MANEQUIM TÉRMICO "NEWTON"



FONTE: TexControl (2016).

As pesquisas realizadas com o manequim térmico apresentam a vantagem de ser possível realizar os ensaios sem interrupção, o que não seria possível caso os estudos dependessem de voluntários. No estudo de Oliveira et al (2011), por exemplo, nove conjuntos de vestuário foram avaliados sob condições abaixo do conforto térmico, sendo realizados ensaios com o manequim estático e em atividade. O objetivo era testar a perda de resistência térmica dos conjuntos sob o efeito da velocidade do ar e dos movimentos do corpo. Oito dos nove conjuntos avaliados foram compostos por jaquetas, fornecidas pelas empresas alimentícias de Portugal para seus funcionários em trabalhos com ambiente refrigerado. A partir dos dados coletados, foi possível analisar o cálculo de isolamento global, em série e paralelo e concluir que a presença de qualquer tipo de movimento pode impactar significativamente na resistência térmica dos conjuntos.

Dentre os trabalhos encontrados, apenas um apresentava direcionamento para o público-alvo brasileiro. Braga (2008) avalia em seu trabalho três batas cirúrgicas (duas descartáveis e uma reutilizável) simulando as condições climáticas vivenciadas pelos médicos do Hospital Monte Klinikum, um hospital particular de

Fortaleza – Ceará. O hospital do estudo até então utilizava batas laváveis que após passar por processos de desinfecção eram reutilizadas. A avaliação das batas ocorreu em duas fases: a subjetiva (acompanhamento dos médicos na rotina de trabalho e entrevista para entender as necessidades e sensações provocadas pelo vestuário) e a objetiva (avaliação de desempenho térmico dos modelos selecionados através de ensaios com o manequim térmico). Ao final do trabalho foi desenvolvido um novo modelo de bata que se adequasse às condições de conforto desejadas pelos médicos sem que houvesse perda de proteção do vestuário.

Apesar de permitir mensurar de forma satisfatória a reação do corpo – vestimenta – ambiente, é uma tecnologia pouco acessível. Acredita-se que haja mais de cem unidades de manequins térmicos no mundo todo (HOLMÉR, 2004). Não há conhecimento de posse por alguma instituição brasileira de ensino, o que se afirma na pouca produção nacional sobre o tema, e o intercâmbio de pesquisadores sobre conforto térmico entre Brasil e Portugal.

## 2.3 FIBRAS TÊXTEIS

Tecido pode ser entendido como um produto obtido a partir do entrelaçamento de diferentes fios. Do latim “texere” que significa tecer, a palavra têxtil era originalmente aplicada para tecidos planos e atualmente utilizada como um termo geral para o universo das fibras (SENAI, [19--] apud BENTO 2013). Para a produção de um tecido, é necessário algum tipo de fibra para ser utilizada como matéria-prima. Podendo ser de origem natural (derivada de plantas ou animais), artificial (produzida em laboratório a partir de um insumo natural) ou sintética (derivada do petróleo) (PEZZOLO, 2012). Os têxteis são encontrados na construção civil, nos automóveis, em instrumentos industriais e equipamentos de proteção, materiais hospitalares e vestuário.

As fibras têxteis possuem diversas origens e construções para formar o tecido. Podem ser combinadas entre si e tecidas em diferentes configurações para formar tecidos de variadas qualidades, caimentos e usos.

Quanto à origem, as fibras têxteis podem ser classificadas em naturais e químicas. Naturais quando extraídas de fontes vegetais ou animais, químicas

quando a fibra é obtida por um processo que a matéria-prima é transformada em fio a partir de um composto químico. As fibras químicas ainda podem ser divididas em artificiais – quando a matéria-prima do composto tem origem natural – e sintética – quando derivada do petróleo ou carvão mineral (AGUIAR NETO, 1996; PEZZOLO 2012). Alguns exemplos de fibras de acordo com sua matéria-prima podem ser observados no quadro 2:

QUADRO 2 - TÍTULO DO QUADRO

Fibras Têxteis – Classificação quanto à origem		
Naturais	Vegetais	Algodão Linho Juta Rami Cânhamo Sisal
	Animais	Lã Crina Seda
Químicas	Artificiais	Raiom acetato Raio viscoso Modal Tencel
	Sintéticas	Acrílico Elastano Poliamida Poliéster Polipropileno

Fonte: Adaptado de PEZZOLO (2012).

As primeiras fibras naturais utilizadas de que se tem registro foram as fibras animais como lã, pelo de cabra e camelo. Esses registros estão presentes em gravações em pedras e tabletes de argila descobertos em escavações com mais de 7 mil anos. Também existem provas de que o linho já era usado no antigo Egito, cerca de 6 mil anos atrás (PEZZOLO, 2012).



Na Idade da Pedra, a lã surgiu como outro produto a ser utilizado da caça, além da carne. Na Turquia, foram encontradas peças de lã já tecidas com aproximadamente 7 mil anos. Já no Egito, a lã era considerada um material impuro, sendo utilizado então em tapeçarias. Estima-se que atualmente 1,4 mil espécies de ovinos possam ser encontrados no mundo. Outros animais fornecedores de lã são as alpacas, lhamas, vicunhas, cabras, camelos, carneiros e iaques (PEZZOLO, 2012).

Pode-se afirmar que o linho foi a primeira fibra natural vegetal tecida pelos seres humanos. O artigo foi encontrado em túmulos egípcios de cerca de 6000 a.C. Era um material nobre utilizado para confecção das túnicas dos faraós e rainhas do Egito. Foi amplamente utilizado também na Idade Média, fomentado por Carlos Magno (século VIII). O linho é um tecido antialérgico e bactericida, sendo utilizado como atadura para tratamento de pele. A maior produção de linho hoje concentra-se na Rússia (PEZZOLO, 2012).

O algodão é outra fibra vegetal utilizada há muito tempo pela humanidade, cerca de 3 mil anos. Os primeiros tecidos de algodão são originados da Índia, porém não existem registros seguros da história do algodão da Antiguidade até o século XVI. A expansão do mercado do algodão para além da Índia se iniciou com a chegada de Vasco da Gama, em 1498. A exportação dos tecidos para a Europa trouxe prosperidade para as cidades indianas até o século XVIII, quando o algodão começou a ser levado como matéria-prima para a Inglaterra e lá ser manufaturado e revendido como produto importado. Atualmente o algodão é cultivado em todo o mundo (PEZZOLO, 2012).

As fibras químicas foram utilizadas somente em 1889. A primeira delas, o raíom, foi produzida de uma base de celulose extraída da madeira, sendo introduzida pelo químico Hilaire Berningaud. Foi chamada de seda artificial pela semelhança com a fibra animal. A necessidade de materiais de rápida obtenção e baixo custo alavancaram a produção das fibras artificiais (PEZZOLO, 2012).

Tanto as fibras artificiais quanto as sintéticas são fabricadas pelo mesmo processo, chamado extrusão. Uma pasta produzida quimicamente a partir da matéria-prima é pressionada passando por furos muito finos de uma fieira. Durante a solidificação são estiradas para aumentar a resistência e minimizar o diâmetro da fibra. A viscose é uma fibra artificial produzida pela combinação da celulose com

soda cáustica, apresentando características próximas ao algodão em relação ao caimento, toque e absorção de umidade (PEZZOLO, 2012).

A criação da poliamida ou náilon representou uma ruptura no mercado de meias finas, até então dominado pela seda. Criado por Wallace Carothers em 1935, o náilon tomou o espaço das meias de seda, principalmente devido ao preço mais acessível. “A grande aceitação comercial das fibras químicas lançadas entre as duas guerras mundiais motivou o desenvolvimento de novos produtos” (PEZZOLO, 2012, p. 127). Logo, o consumo dessas fibras superariam o consumo do algodão.

O poliéster é a fibra com menor custo de mercado atualmente. Derivada do petróleo e com baixa absorção de umidade. É utilizada em vários artigos, como vestuário, decoração, cama, mesa e banho. Pode ser utilizada pura ou misturada a outros tecidos e é encontrada em diferentes construções e espessuras para atender diferentes necessidades. Com a evolução da tecnologia sua qualidade tem melhorado cada vez mais (PEZZOLO, 2012).

### 2.3.1 Características têxteis e conforto térmico

Há uma série de propriedades têxteis que ajudam a definir para qual tipo de construção têxtil um determinado material é mais indicado. Algumas dessas propriedades são: finura (ligada ao toque da fibra; quanto mais fina, mais maleável e agradável ao tato), elasticidade (capacidade de voltar ao formato original após sofrer tração), resistência (semelhante à elasticidade, mas avalia a capacidade de voltar ao formato original após o amarrotamento), toque (relacionado à sensação de conforto em contato com a pele em relação à textura do fio) e desgaste (resistência à tração) (PEZZOLO, 2012).

Uma característica fundamental é o teor de ar na construção dos tecidos, que constitui a maior influência na sua condutividade térmica. “A resistência térmica de um determinado sistema têxtil depende, antes de mais nada, da espessura e da porosidade das camadas têxteis individuais” (FANGER, 1982). Ou seja, a construção dos tecidos pode permitir que a roupa apresente maior ou menor resistência térmica, dependendo da quantidade de ar aprisionada pelo tecido. Quando a transpiração obstrui as cavidades de ar, a condução térmica fica dificultada.



Outra característica que deve ser observada em se tratando de desempenho térmico é o *regain*, ou recuperação percentual de umidade, que é a capacidade que cada fibra contém de reter água (AGUIAR NETO, 1996). O *regain* é calculado sob condições específicas de temperatura e umidade (20°C; 65% de umidade relativa), e é definido como “o peso de água calculado como uma percentagem do peso seco” (GUIMARÃES, 2014 p. 53) A capacidade de troca de umidade das fibras está diretamente ligada ao conforto térmico, pois se uma alguma condição não permite que a água exalada ou a transpiração do corpo evaporem para o ambiente, isso causa desconforto térmico (FROTA; SCHIFFER, 2001).

O *regain* é calculado a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Recuperação percentual de umidade} = \frac{\text{peso original} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \cdot 100 \quad (6)$$

De acordo com a tabela abaixo é possível identificar diferentes *regains* das fibras têxteis. Pode-se concluir que as fibras derivadas do petróleo (poliéster, poliamida) possuem *regain* menor, enquanto as fibras de origem natural (algodão, linho, seda) ou sintética (produzida em laboratório a partir de matéria prima natural, como a viscose) apresentam maior *regain*.

TABELA 3 - PERCENTUAL DE *REGAIN* DE ALGUMAS FIBRAS

Origem	Fibra	<i>Regain</i>
Natural	Algodão	8,5%
	Linho	12%
	Seda	11%
	Lã	16%
Artificial	Viscose	13%
Sintética	Poliéster	Menos de 1%
	Poliamida	4,6%

FONTE: Adaptado de AGUIAR NETO (1996).

A característica do *regain* aliada à construção têxtil em cada fibra pode resultar em uma configuração diferente de termorregulação, mostrando-se adequada para algum tipo específico de clima. Por exemplo, para o usuário de uma região de clima quente e úmido, ou praticante de atividade física intensa, o vestuário deve permitir a respirabilidade da pele e manter a temperatura do corpo constante (FILGUEIRAS, 2016).

Outras características também são importantes na relação usuário – vestuário – conforto térmico. Uma delas é a camada de ar presente entre a roupa e o corpo, que tem participação na resistência térmica final calculada para o item analisado (SANTOS, 2009). A velocidade relativa entre o ar e o corpo ou membro, causada pelo vento e pelos movimentos, também interfere nas camadas de ar: “o deslocamento do ar provocado pelo movimento do corpo também influencia a transferência de calor, pois o ar introduz-se pelas aberturas e a espessura das camadas de ar diminui com a compressão da roupa” (PARAUTA, 2012 p.6). A abertura e fecho das peças também afeta as camadas de ar.

A uniformidade do isolamento térmico pelo vestuário é outro fator de grande interferência na avaliação do conforto térmico. Isto foi apontado no estudo de Simone, Della Crociata, e Martellotta (2013), que avaliou a sensação térmica dos funcionários de um supermercado em Bari, sul da Itália. A partir da *survey* aplicada no mercado, foi possível constatar que as operadoras de caixa, que são exigidas a usar a saia como uniforme fixo durante o ano todo, sofrem mais desconforto térmico do que os auxiliares que estão sujeitos um código de uniforme adaptável.

Há também o beneficiamento dos tecidos com materiais que aumentem sua resistência térmica. Assim é o caso da metalização por vácuo, em que é aderida ao tecido uma camada de alumínio que atua na reflexão da radiação. Esse material adicionado no forro de uma jaqueta, por exemplo, reflete a radiação emitida de volta para o corpo, minimizando a perda de calor (MARINHO, 2013).

### 3 MÉTODO

Para responder a pergunta de pesquisa, a primeira etapa realizada foi a pesquisa bibliográfica a fim de encontrar pesquisas semelhantes, que tentassem aplicar métodos alternativos de mensuração da resistência térmica dos tecidos. Em seguida o método adotado para o trabalho foi o experimental com a produção de um protótipo para a mensuração da resistência térmica das amostras de tecido escolhidas.

#### 3.1 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A primeira fase da pesquisa limitou-se ao desenvolvimento e teste dos protótipos. Os ensaios decorridos foram feitos com a temperatura em média de 19°C. Os tecidos utilizados para o teste de funcionalidade eram formados por diferentes matérias-primas, sendo uma amostra de tecido 100% de algodão e a outra 100% poliéster. As amostras não foram devidamente caracterizadas, pois o objetivo era unicamente atestar a funcionalidade do protótipo. Para chegar ao modelo final, foram produzidas outras três gerações de calorímetros, detalhados posteriormente.

As amostras seguintes, efetivamente utilizadas no ensaio, foram testadas em laboratório para que fossem caracterizadas quanto a composição, peso por unidade de superfície, ligação, título e cobertura. A cor das amostras também foi padronizada para não introduzir uma variável indesejada, apesar de a própria cor escolhida variar conforme a composição da fibra. Oito amostras foram selecionadas para a realização dos ensaios, sendo aqui chamadas pelos nomes comerciais e posteriormente classificadas de forma técnica: viscose, crepe poliéster, lã natural, lã batida sintética, triline de algodão, linho, brim e oxford de poliéster.

Com o fim de detalhar o comportamento das fibras em diferentes situações, os ensaios foram divididos em três tipos distintos: ensaio na câmara térmica sem a ventilação forçada e radiação (chamado então de ensaio simples), ensaio com radiação e ensaio com corrente de ar. Outro fator analisado foi a inclusão de uma camada de ar entre o tecido e o protótipo, o que foi repetido com as três variáveis climáticas descritas.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Gil (2010 p.26) afirma que “a tendência à classificação é uma característica da racionalidade humana. Ela possibilita melhor organização dos fatos e conseqüentemente o seu entendimento”. A caracterização da pesquisa ajuda a delinear melhor o estudo, melhorando tanto o desenvolvimento para o pesquisador, quanto o entendimento para o leitor.

Quanto à finalidade, a pesquisa pode ser considerada **aplicada**, pois tem como meta adquirir conhecimentos para solucionar um problema específico na área do vestuário. Segundo os objetivos gerais, a pesquisa adquire o caráter **exploratório-explicativo**. Exploratório na fase de construção de um calorímetro e explicativo ao investigar o comportamento das fibras têxteis.

A coleta de dados é **quantitativa**, a pesquisa é experimental e com ambiente controlado. Os dados coletados durante o ensaio foram utilizados para encontrar a resistência térmica de cada amostra nas situações simuladas nos diferentes ensaios. Esses valores foram posteriormente comparados em pares de acordo com a aplicação do têxtil e também de forma geral entre todos os tecidos testados em cada variável.

### 3.3 SELEÇÃO DO MÉTODO

A primeira etapa da pesquisa consiste na pesquisa bibliográfica realizada. Segundo Gil (2010 p.29), “praticamente toda a pesquisa acadêmica requer em algum momento a realização de trabalho que pode ser caracterizado como pesquisa bibliográfica”. Essa etapa tem como função fornecer material para a fundamentação teórica para o desenvolvimento do trabalho, além de traçar uma perspectiva a respeito do que já foi abordado sobre o tema.

A escolha pela realização de experimentos se dá pelo objeto de estudo se tratar do comportamento de matérias primas em relação às variáveis do clima. A pesquisa experimental resume-se a estipular um objeto de estudo, escolher as variáveis que possam influenciá-lo e definir os meios de controle e examinar os efeitos causados no objeto (GIL, 2010).



### 3.4 DELINEAMENTO DO ESTUDO

A pesquisa bibliográfica teve como meta encontrar os trabalhos a respeito do uso de manequins térmicos em estudos que avaliassem a resistência térmica de matérias primas têxteis para adequação a determinados climas e ambientes. A pesquisa foi realizada em diferentes bases de dados (Portal de Periódicos da Capes, Scopus, BDTD e Google Acadêmico), a partir dos termos encontrados em trabalhos previamente estudados (“manequim térmico”, “*thermal manikin*” + “*apparel*” e “*thermal manikin*” + “*natural fiber*”). As palavras-chave em português foram mais abrangentes devido a escassez de trabalhos publicados. Não foi encontrado algum tipo de trabalho com o intuito de desenvolver uma nova ferramenta de avaliação de baixo custo.

Em seguida, essa pesquisa teve como meta a elaboração de um protótipo de equipamento (manequim) para avaliação de resistência térmica de tecidos usados no vestuário, e a realização de experimentos que visa explicar o comportamento das fibras de acordo com a composição e construção de cada amostra. Para alcançar o resultado apresentado ao final da pesquisa, várias alternativas foram geradas e aperfeiçoadas em relação ao material e ao método.

### 3.5 GERAÇÃO DE PROTÓTIPOS

#### 3.5.1 Primeiro protótipo

Foi confeccionado um protótipo (Figura 2) utilizando um pote de plástico com tampa roscada, com volume de 3 litros. A ideia inicial desse modelo era medir a resistência térmica do tecido ao redor de um volume conhecido de água, pela sua curva de aquecimento sob potência constante. Iniciamos por inserir uma resistência elétrica de 50W, e um potenciômetro para regular a potência. No topo e no fundo foram acrescentados isolantes feitos de poliestireno expandido, para dificultar a transmissão de calor pelas extremidades. O procedimento consistia em encher o recipiente de água fria e ligá-lo à tomada, esperando que a temperatura da água se estabilizasse assintoticamente, e então calcular a corrente necessária para manter a água na temperatura estável. Esse modelo mostrou-se inviável após a primeira

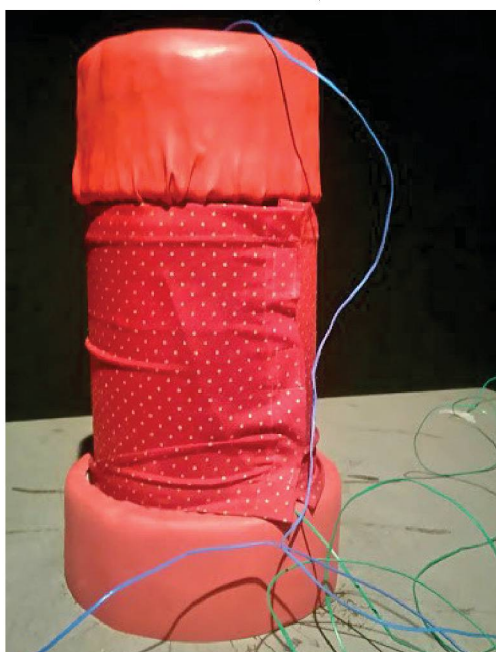


tentativa, pois em quatro horas de ensaio a temperatura da água não havia alcançado o ponto de estabilidade estimado no cálculo pela potência da resistência. Havia ainda o risco de a temperatura de estabilização se dar num patamar demasiado alto, suficiente para derreter o plástico.

Em seguida surgiu a ideia de calcular a curva de resfriamento da água, que seria um procedimento oposto ao feito inicialmente. O procedimento consistia em encher o recipiente com água aquecida por volta dos 60°C. No topo foi inserido um termopar com a ponta impermeabilizada com uma fina camada de cola quente, para evitar a oxidação do material. Este procedimento promoveu um certo *delay* no termopar, logo os primeiros minutos do ensaio foram desprezados na análise.

O primeiro protótipo foi satisfatório quanto à curva de resfriamento. Contudo, por se tratar de um material não poroso, impermeável, o material não simula a transpiração e não pode ser colocado em prova o fator de absorção de umidade da fibra.

FIGURA 2 – PRIMEIRO PROTÓTIPO, ENSAIO COM TRICOLINE



FONTE: a autora (2017).

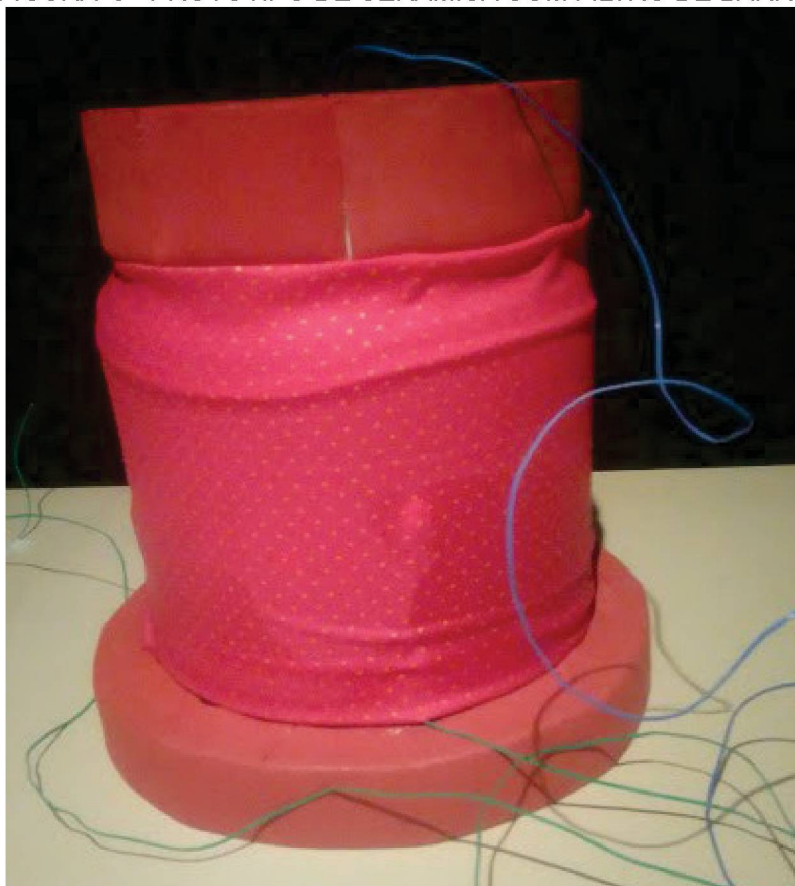
Outro ensaio foi realizado com essa mesma peça, em que a cada 10 minutos o jarro era borrifado com água para simular a transpiração. Essa tentativa mostrou-se passível de falha em relação à quantidade de água que seria borrifada

eventualmente, pois a perda de água deveria ser constante. Outro teste foi planejado, mudando então o material do recipiente.

### 3.5.2 Segundo protótipo

Para o segundo protótipo foi pensado em como promover a evaporação da água e simular a transpiração. Utilizou-se a parte superior de um filtro de barro, isolando o furo por onde a água filtrada desce para o outro compartimento. Quanto à evaporação, a cerâmica mostrou-se eficaz. Foi possível visualizar durante o ensaio o acúmulo de água na superfície do tecido usado para o teste (Figura 3).

FIGURA 3 - PROTÓTIPO DE CERÂMICA COM FILTRO DE BARRO



FONTE: a autora (2018).

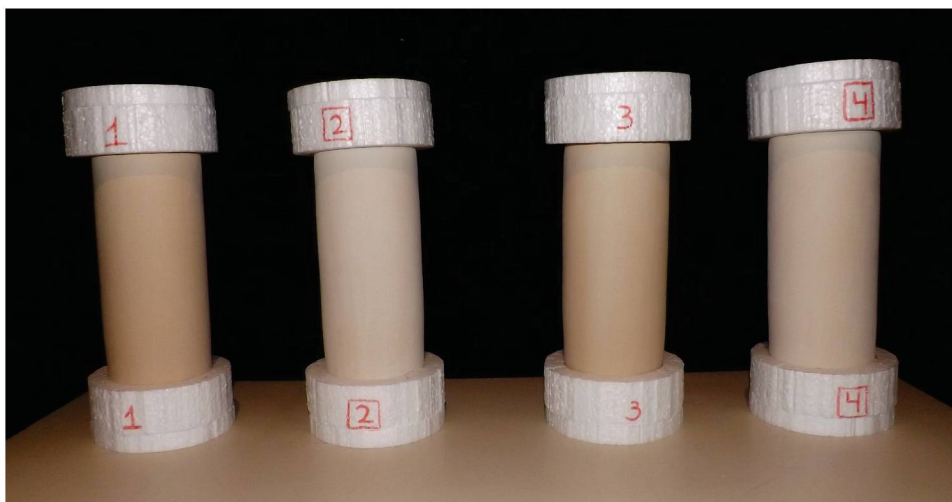
As complicações deste protótipo foram o volume de água e o peso final do filtro cheio de água: para encher apenas um protótipo eram necessários 6 litros de água quente e o peso final era superior a 12 kg, dificultando o manuseio. Apesar dessas dificuldades, os resultados a partir do filtro de barro mostraram que a

transpiração acelerou consideravelmente o resfriamento da água, aliado às características do tecido. Isso pautou o desenvolvimento subsequente.

### 3.5.3 Terceiro protótipo

Seguindo os resultados prévios dos dois primeiros experimentos, chegou-se à terceira versão de protótipo para os ensaios. Após a conclusão que o manequim com grande volume de água tornaria os experimentos mais longos e limitaria a medição de volume de água, partiu-se em busca de uma peça de cerâmica de menor volume. Foram adquiridos quatro vasos (Figura 4) de cerâmica faiança sem esmalte, de volume aproximado de 3 litros, produzidos pela empresa Itamarati de Curitiba – PR. Dois desses vasos receberam revestimento hidrófugo Koromix com o intuito de impedir a saída de água pelos poros da cerâmica, fazendo um comparativo entre os tecidos com e sem a perda de calor latente no mesmo protótipo, com a ideia de simular o comportamento das amostras em atividades de menor taxa metabólica. Os quatro vasos também receberam isolamento térmico nas extremidades superior e inferior, como os outros modelos.

FIGURA 4 - PROTÓTIPO DE CERÂMICA COM VASOS ITAMARATI



FONTE: a autora (2018).

Os vasos revestidos pelo produto impermeabilizante são de números pares. É possível observar, na foto, que a coloração em relação aos vasos ímpares está diferente, devido ao fato de o produto diminuir a absorção de água pela cerâmica. Entretanto, no decorrer do ensaio com o tecido 100% algodão, constatou-se que os

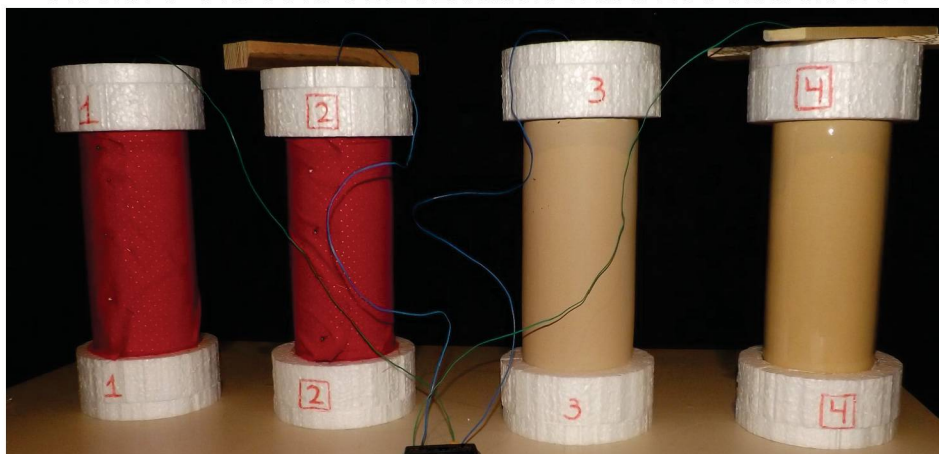


vasos pares não estavam completamente impermeáveis, tendo em vista que o tecido ficou levemente umedecido. Também pode ser observado que o peso dos vasos sofreu alteração do início para o final do experimento.

#### 3.5.4 Quarto protótipo

A opção restante para a impermeabilização dos vasos de forma eficaz foi a glasura, aplicação de vidro para dar aspecto liso e brilhoso, além de impermeabilizar (Figura 5). O procedimento foi realizado no laboratório de cerâmica do Curso de Engenharia Química da UFPR. Três ensaios foram realizados e a perda de líquido dos protótipos glasurados foi de aproximadamente 10 gramas, a impermeabilização foi considerada assim satisfatória. Houve a necessidade de colocar pesos no poliestireno expandido superior dos protótipos com glasura, pois o acabamento liso fez com que o poliestireno expandido deslizasse durante os ensaios.

FIGURA 5 - PROTÓTIPO DE CERÂMICA COM VASOS GLASURADOS



FONTE: a autora (2018).

Foram realizados dois ensaios com tecidos diferentes nos atuais protótipos, sendo um deles 100% algodão, e o outro 96% poliéster e 4% elastano. Em ambos os ensaios o tecido sobre os frascos glasurados não demonstrou ter ficado úmido, apesar da pequena perda verificada mediante pesagem. Atestada sua funcionalidade, a próxima fase do experimento foi a fase de teste com algumas fibras têxteis usadas no mercado. Após a coleta desses dados, foi feita a análise do comportamento das diferentes amostras em relação à resistência térmica.

Os resultados da fase de geração de protótipos não foram incluídos no decorrer do trabalho, devido ao fato de as amostras não apresentarem uniformidade quanto a cor e por terem sido utilizadas apenas para atestar a funcionalidade dos protótipos para a defesa de qualificação do trabalho.

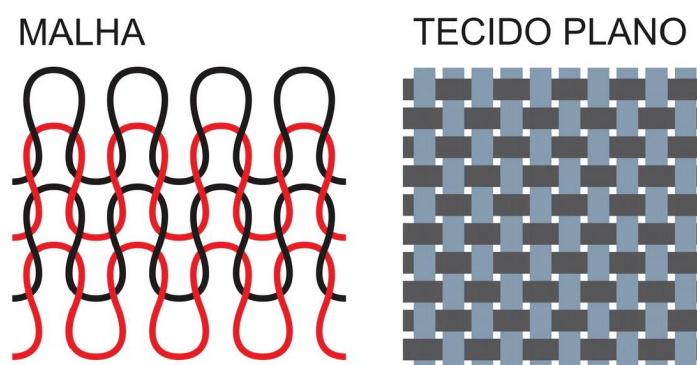
### 3.6 AMOSTRAS

Oito amostras de tecido foram escolhidas para a realização dos testes, sendo agrupadas em quatro grupos de aplicações de vestuário, com variação de composição entre os pares: duas amostras utilizadas em casacos de inverno, duas amostras usadas em roupas de verão femininas, duas amostras utilizadas em calças e duas de camisaria.

A padronização da cor das amostras foi uma opção para evitar gerar uma variação sem intenção, a cor preta foi escolhida devido à dificuldade de encontrar todas as amostras pretendidas em outra coloração. A lã natural, por exemplo, dificilmente é encontrada em cores claras. Outras cores dificilmente seriam iguais em todos os tecidos, pois a coloração depende muito do fabricante e também varia de acordo com cada fibra e tipo de tingimento.

Também foram escolhidas apenas amostras de tecido plano, não incluindo amostras de malha. O tecido plano é formado pelo entrelaçamento de fibras em dois sentidos e em um ângulo de 90°; já a malha é produzida a partir de laçadas de um ou mais fios contínuos, semelhante ao tricô (PEZZOLO, 2012).

FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA MALHA E DO TECIDO PLANO



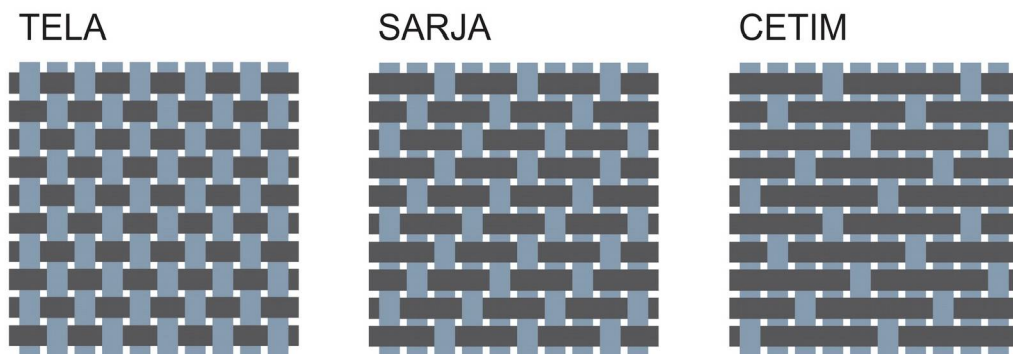
FONTE: adaptado de PEZZOLO (2012).



Os tecidos escolhidos foram caracterizados em laboratório. Os testes foram realizados em um dos laboratórios de Engenharia Têxtil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sob a orientação do professor doutor Fabio Scacchetti. As características mensuradas são definidas pelas normas e como:

- Gramatura: correlação da massa pela área do tecido. Definida em gramas por metro quadrado (ABNT/ NBR 10591, 2008);
- Ligamento: estrutura utilizada para a construção do tecido. As ligações mais comuns no tecido plano são tela, sarja e cetim (ABNT/ NBR 12456, 1991);

FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO DAS LIGAÇÕES TELA, SARJA E CETIM



FONTE: adaptado de PEZZOLO (2012).

- Título (em *tex*): como na gramatura, é a relação da massa pelo comprimento dos fios, utilizado para estimar a espessura do fio. A medida em *tex* representa a massa necessária para formar mil metros de fio (AGUIAR NETO, 1996).
- Cobertura: definida pela somatória dos diâmetros dos fios, lado a lado, contidos em uma estipulada unidade de comprimento (MEDEIROS, 1995).

Outra característica pontuada é a composição, fornecida pelo fabricante de cada amostra. Também será listada a aplicação mais comum da amostra, para efeitos de comparação entre as outras amostras. Os tecidos estão listados de acordo com o nome comercial na tabela 4:

TABELA 4 - CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS UTILIZADAS

Amostra	Composição	Gramatura	Ligamento	Título (tex)	Cobertura	Aplicação
Crepe	100% Poliéster PES	117,6 g/m <sup>2</sup>	Tela 1x1	Trama: 8,10 Urdume: 8,54	96,5%	Vestidos, blusas
Viscose	100% Viscose CV	113,6 g/m <sup>2</sup>	Tela 1x1	Trama: 14,81 Urdume: 12,71	99,7%	Vestidos, blusas
Lã Natural	100% Lã WO	396 g/m <sup>2</sup>	Sarja 4x4	Trama: 161,54 Urdume: 156,2	98%	Casacos
Lã Batida	94% Poliéster PES 5% Viscose CV 1% Poliuretano PUE	409,4 g/m <sup>2</sup>	Tela 1x1	Trama: 67,75 Urdume: 36,2	98%*	Casacos
Brim	100% Algodão CO	270,2 g/m <sup>2</sup>	Tela 1x1	Trama: 54,94 Urdume: 37,09	100%	Calças, casacos
Oxford	100% Poliéster PES	150,6 g/m <sup>2</sup>	Tela 1x1	Trama: 35,42 Urdume: 35,43	100%	Calças, blazer
Linho	100% Linho CL	149,5 g/m <sup>2</sup>	Tela 1x1	Trama: 34,97 Urdume 24,78	100%	Camisas, vestidos
Tricoline	100% Algodão CO	138 g/m <sup>2</sup>	Tela 1x1	Trama: 16,59 Urdume: 19,15	100%	Camisas, vestidos

\*A cobertura da lã batida não pode ser calculada com precisão por se tratar de um tecido com acabamento feltrado, que dificulta a medição. Dessa forma, será considerada cobertura semelhante à lã natural, por se tratarem de tecidos com mesma aplicação.

FONTE: a autora (2019).

Com os tecidos devidamente caracterizados, os fatores de construção da amostra como ligação, gramatura e título também podem ser avaliados nos resultados de resistência térmica. Tendo em vista que esses fatores também interferem no desempenho das amostras.

### 3.7 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

#### 3.7.1 Ensaio Simples

Após uma série de testes para comprovar a estabilidade do protótipo produzido, um ensaio com os jarros sem revestimento foi realizado para obter o valor de resistência do mesmo “nu”. Em seguida, a execução do experimento deu-se com amostras dos tecidos selecionados. A cada ensaio o protótipo foi revestido com uma amostra de tecido e então foi mensurada a temperatura do protótipo de acordo com a resistência térmica de cada fibra experimentada. O ensaio simples simula um

ambiente fechado com baixa circulação de ar (menor que 0,2 m/s), como um escritório. A temperatura da sala durante o ensaio foi de 18 °C em média.

Para cada vaso foram necessários três litros de água. Para diminuir a variação de temperatura dos vasos até que se iniciasse o ensaio, foi adotado um método alternado para encher gradualmente os vasos. Colocando-se um litro por vez em cada, em forma de zig-zag (1, 2, 3, 4; 4, 3, 2, 1; 1, 2, 3, 4). Os protótipos glasurados servem para demonstrar o comportamento do tecido testado em atividades de baixa taxa metabólica, sem a presença de transpiração.

Após os jarros estarem cheios, foram colocadas as tampas de isopor e realizada a pesagem. Os protótipos são envolvidos com os tecidos selecionados e os termopares são inseridos pelo orifício da tampa de isopor, sendo o T1 para o vaso 1, T2 para 2 e assim, sucessivamente.

Para coletar as temperaturas foram usados dois termômetros: para a temperatura interna da água foi utilizado um termômetro com termopares e datalogger TD-890, para a temperatura do ar foi escolhido um termômetro de estresse térmico modelo TGD-300, com sensor seco, úmido e de globo (Figura 8). Para calcular a perda de água após o ensaio foi utilizada uma balança pequena de até 5 kg. A pesagem dos jarros foi utilizada apenas para verificar uma certa estabilidade na perda de água dos jarros glasurados. A utilização desses valores para outras análises não pareceu consistente já que o aquecimento da água e o tempo de ensaio não eram controlados de forma precisa.

FIGURA 8 - TERMÔMETROS E BALANÇA

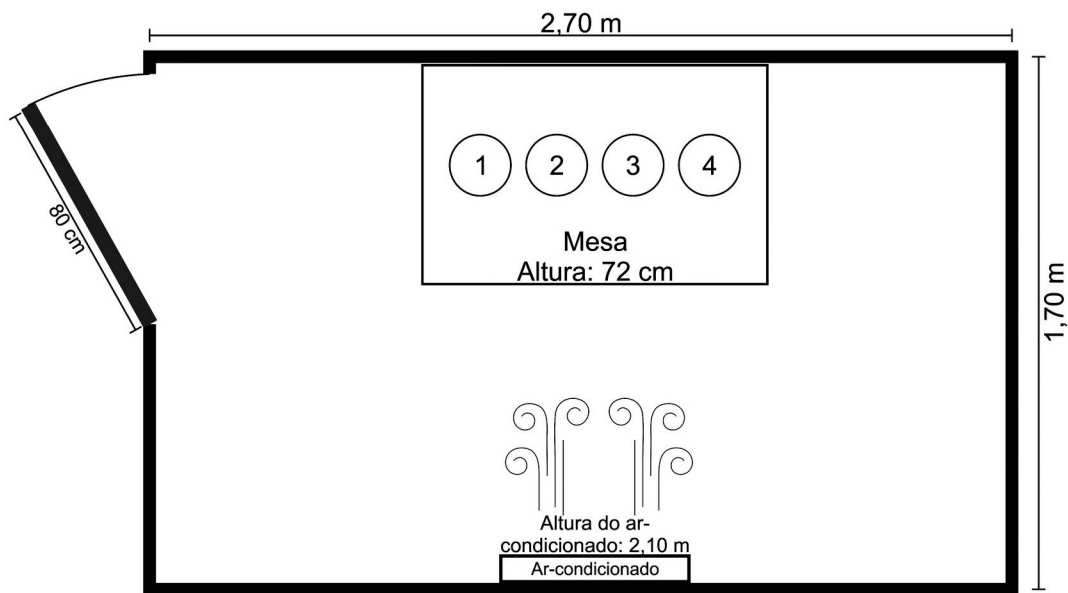


FONTE: a autora (2018).

Os ensaios foram realizados em uma câmara térmica construída no Laboratório de Ambiente Construído, do departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFPR. A câmara possui isolamento térmico e sua temperatura não sofre

relevante variação ao longo do dia. Enquanto a água é aquecida para encher os protótipos, o ar-condicionado presente na sala é ligado para estabilizar a temperatura. Os ensaios realizados foram com a temperatura do ar na câmara entre 18 e 20 °C e a velocidade do ar média causada pelo ar-condicionado de 0,2 m/s, considerado por Fanger de impacto irrelevante no conforto térmico.

FIGURA 9 - LAYOUT DA SALA DURANTE O ENSAIO SIMPLES



FONTE: a autora (2018)

Os dataloggers são configurados para gravar a temperatura dos protótipos e do ar a cada 5 minutos e cada ensaio dura cerca de 2 horas. Para fins de controle, foi realizado um ensaio sem tecido tanto no protótipo poroso quanto no impermeável. Um protótipo de cada pesado e então revestido com o mesmo tecido, foram colocadas as sondas de termopar em cada vaso e ligado o aparelho. O termômetro de estresse térmico, já condicionado no ambiente do ensaio para estabilização foi ligado. Em seguida os dois aparelhos foram acionados para iniciar a gravação.

### 3.7.2 Ensaio com radiação

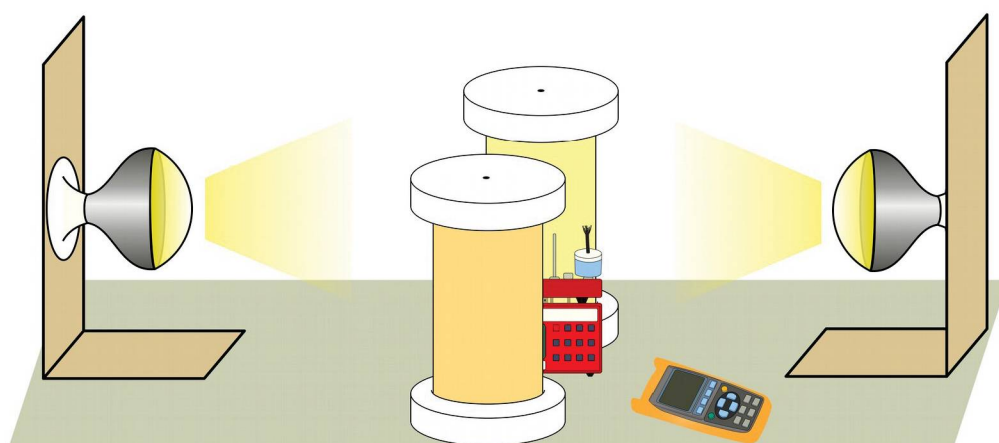
O ensaio com radiação tinha como objetivo simular a luz solar para que fosse avaliada a resistência térmica das amostras com a presença de radiação. Para



inserir essa variável, foram construídas duas luminárias para que a posição das lâmpadas coincidissem com a metade da altura dos jarros, para que a radiação atingisse o jarro de maneira uniforme. As lâmpadas utilizadas são conhecidas como lâmpadas infravermelhas de secagem, com 12,5 centímetros de diâmetro e 250 W de potência.

Para que os protótipos recebessem radiação de forma uniforme, os ensaios com radiação foram feitos com apenas dois jarros por vez: um glasurado e um poroso. Eles foram posicionados no centro da mesa e as lâmpadas nas laterais com cerca de 35 cm de distância, o máximo possível por limitações de espaço. O termômetro de estresse térmico foi posicionado entre os dois protótipos, como na figura 10:

FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO DO ENSAIO COM RADIAÇÃO



FONTE: a autora (2018).

Com exceção da adição da lâmpada e a diferença da posição do termômetro, o ensaio decorreu como o ensaio simples: a regulação do ar-condicionado, a forma de encher os vasos e todos os passos até o momento em que os termômetros são ligados, foram realizados da mesma forma.

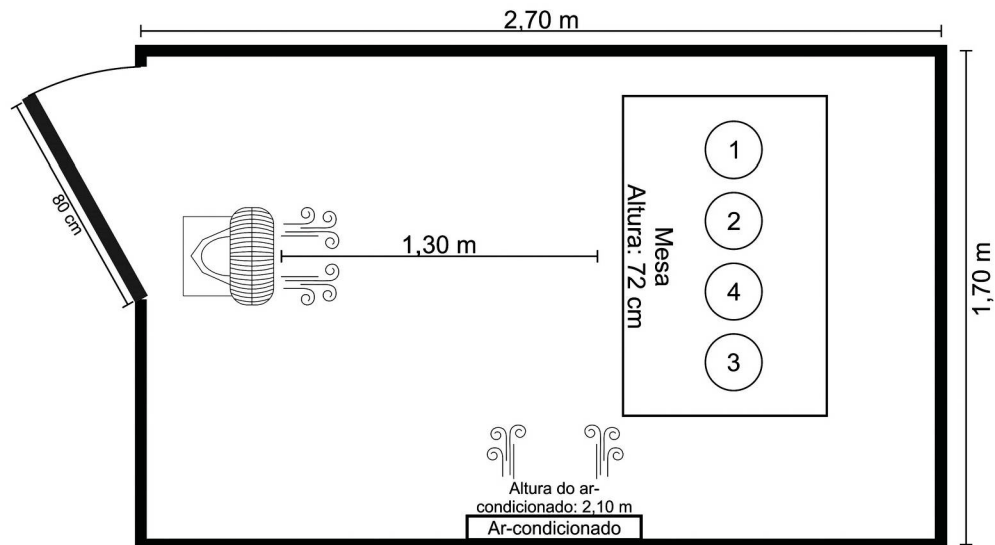
### 3.7.3 Ensaio com ventilação

O ensaio com corrente de ar teve como objetivo avaliar o comportamento das amostras em situações com presença de vento natural ou uma corrente gerada, como um ventilador. O ensaio com ventilação permitiu avaliar a porosidade das



amostras e a influência desse fator nos resultados. Para a execução do ensaio com corrente de ar, a posição da mesa onde os protótipos eram apoiados durante o ensaio foi modificada para que um ventilador pudesse ser posicionado o mais distante possível dos jarros. O novo layout da sala pode ser visto na figura 11:

FIGURA 11 - LAYOUT DA SALA DURANTE ENSAIO COM VENTILAÇÃO



FONTE: a autora (2018).

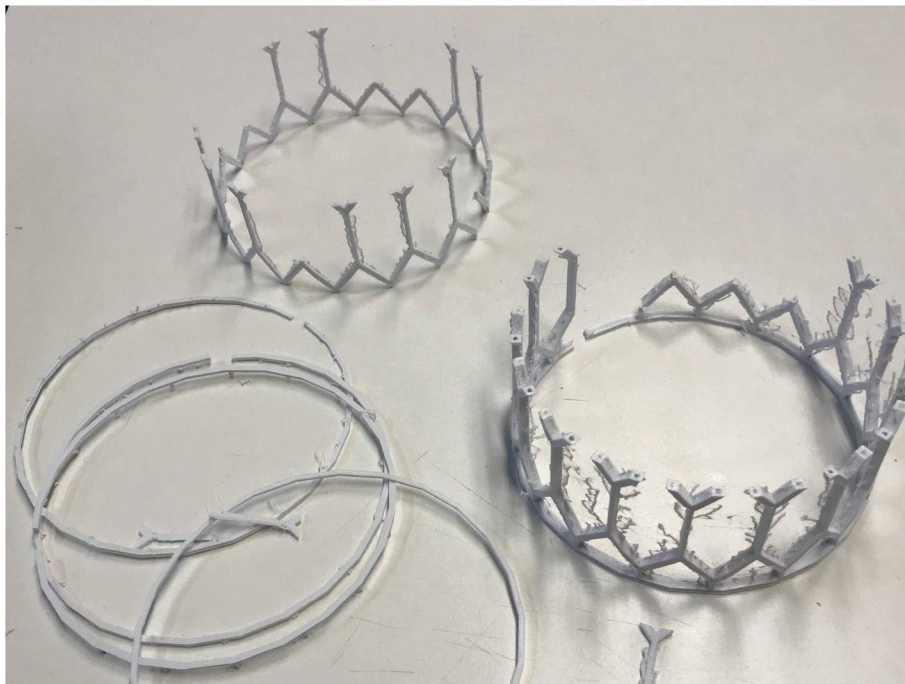
Outra mudança em relação ao ensaio simples foi a mudança de posição dos jarros. Para que os modelos de mesmo acabamento recebessem a mesma quantidade de ventilação, os modelos glazurados ficaram no centro e os porosos nas extremidades, em ordem: 1, 2, 4 e 3. O ventilador foi fixado a 1,30 metro da mesa e na mesma altura dos jarros na mesa (cerca de 70 cm no centro da hélice), sempre sendo ligado na mesma velocidade e posição do fluxo de ar.

A corrente de ar foi medida dentro da sala com o auxílio de um anemômetro de fio quente modelo AK833 da marca AKSO. A velocidade do ar oscila dentro da sala em decorrência do fluxo turbulento, definido como “o alongamento e distorção das linhas de vórtice elementares entre si e pelo fluxo médio; a energia é extraída do fluxo médio e desce em cascata até os menores redemoinhos” (BRADSHAW et al, 1981, p. 01). Assim, foi calculada a média da velocidade do ar em 2,2 metros por segundo.

#### 3.7.4 Afastadores

Para analisar o efeito da camada de ar nos tecidos, como numa peça de roupa com modelagem solta, foi necessário pensar em uma forma de manter o tecido distante de maneira uniforme do protótipo. A ideia inicial foi desenvolver uma espécie de estrutura em impressão 3D, que não foi bem-sucedida por problemas na impressão do fino e alto esqueleto (Figura 12). Além do tempo que a impressão 3D dispense, a impressão de cada parte dos quatro (total de oito peças independentes) afastadores levaria cerca de oito horas, se a impressão ocorresse sem falhas.

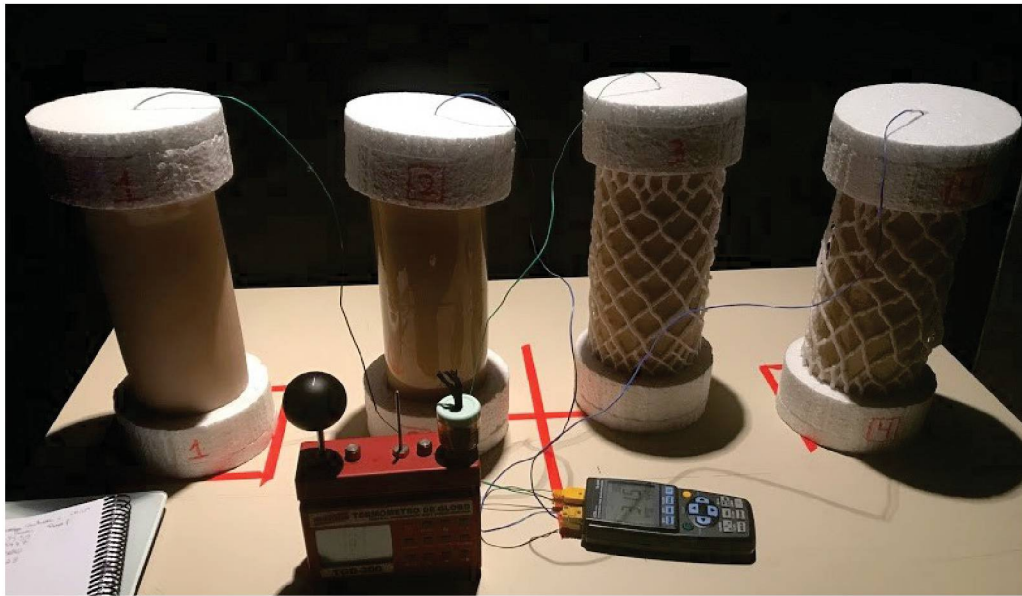
FIGURA 12 - TENTATIVAS DE IMPRESSÃO DO AFASTADOR 3D



FONTE: a autora (2018).

O afastador adotado, então, foi produzido com tela de proteção de garrafas. Ele é facilmente moldável e não exigiu nenhum tipo de tecnologia. Cada jarro foi revestido com a tela e ela foi recortada de forma a diminuir a área coberta pelo filamento de isopor. O resultado do afastador pode ser visto na figura 13:

FIGURA 13 - JARROS COM AFASTADOR



FONTE: a autora (2018).

### 3.8 PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DA RESISTÊNCIA TÉRMICA

O experimento tem como objetivo definir qual a resistência térmica da roupa, representada aqui de forma simplificada por uma amostra de tecido colocada de forma padronizada ao redor do calorímetro ( $Rt$ , em  $m^2K/W$ ). Representamos por  $Rt^*$  (unidade  $K/W$ ) a resistência térmica obtida diretamente da medição, sem ainda multiplicar o valor obtido pela área do tecido.

O equilíbrio térmico num determinado instante é representado na equação 1. Ao lado esquerdo da igualdade está a taxa de perda de calor pela água no interior do jarro, num determinado intervalo de tempo. Ela se iguala à expressão ao lado direito, que é soma de duas parcelas: a taxa de acumulação de calor pelo jarro, e a taxa de transmissão de calor pelo jarro para o ar exterior.

$$C_{\text{água}} \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{água}}(t-1)}{\Delta t} = C_{\text{jarro}} \frac{T_{\text{jarro}}(t) - T_{\text{jarro}}(t-1)}{\Delta t} + \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{ar}}(t)}{Rt^*_{\text{total}}} \quad (7)$$

Onde

$C_{\text{água}}$  = capacidade térmica da água no interior do jarro (J/K)

$C_{\text{jarro}}$  = capacidade térmica do jarro vazio (J/K)

$T_{\text{jarro}}(t-1)$  = temperatura média da parede do jarro no instante  $t-1$  ( $^{\circ}C$ )



$T_{\text{jarro}}(t)$  = temperatura média da parede do jarro no instante  $t$  (°C)

$\Delta t$  = intervalo de tempo entre sucessivas medições (s)

$T_{\text{água}}(t-1)$  = temperatura média da água no interior do jarro no instante  $t-1$  (°C)

$T_{\text{água}}(t)$  = temperatura média da água no interior do jarro no instante  $t$  (°C)

$T_{\text{ar}}(t)$  = temperatura do ar externo e distante do jarro no instante  $t$  (°C)

$Rt^*_{\text{total}}$  = resistência térmica tomada desde o interior do jarro, no meio da água, até o ar exterior, distante do jarro (K/W)

Neste contexto, valores constantes e variáveis são explicados a seguir.

O valor de capacidade térmica é calculado com base em propriedades físicas conhecidas da literatura:  $C_{\text{jarro}}$  = de 780,75 J/K. Este cálculo é baseado no produto de massa do jarro  $m = 1,041$  kg (jarro seco, à umidade ambiente) e calor específico  $c = 750$  J/kgK (tomado para materiais inorgânicos).

Neste contexto, os seguintes valores são conhecidos da série de medições:

$$T_{\text{água}}(t-1), T_{\text{água}}(t) \text{ e } T_{\text{ar}}(t)$$

O seguinte valor é constante:  $\Delta t = 600$  s

Busca-se a resistência térmica da roupa,  $Rt^*$ , a partir do valor de resistência térmica  $Rt^*_{\text{total}}$  desde o interior do jarro, no meio da água. Isto é possível ao se subtrair o valor  $Rt^*_{\text{total}}$  obtido para determinada amostra de tecido do valor  $Rt^*_{\text{total}}$  obtido no ensaio realizado com o jarro somente, sem tecido.

O cálculo da taxa de acumulação de calor pelo jarro depende da medição de temperaturas nas superfícies interna e externa das suas paredes, assim como no interior das suas paredes. Isso se mostrou impraticável. Mesmo as temperaturas de superfície não puderam ser medidas, devido à dificuldade de se obter aderência entre a superfície porosa e, durante o ensaio, úmida do jarro.

Considera-se que o fato de se trabalhar com cerâmica porosa, com os jarros sempre desprovidos de revestimento na face interna, faz com que fiquem rapidamente saturados de água e com isso aumentem sensivelmente sua



condutividade térmica, atingindo mais rapidamente uma distribuição linear de temperatura no interior da parede (não podemos falar em regime estacionário porque a própria temperatura da água, que é condição de contorno, varia ao longo do tempo).

Dessa forma, optou-se pelo cálculo baseado numa simplificação.

Pode-se considerar que, no limite, a temperatura da superfície interior do jarro é igual à da água, e que a temperatura da superfície exterior do jarro é igual à do ambiente (ou, ao menos, assume um valor que não se altera mais ao longo do tempo). Nesse caso,

$$C_{\text{jarro}} \frac{T_{\text{jarro}}(t) - T_{\text{jarro}}(t-1)}{\Delta t} = C_{\text{jarro}} \frac{\frac{T_{\text{água}}(t) + T_{\text{ar}}(t)}{2} - \frac{T_{\text{água}}(t-1) + T_{\text{ar}}(t-1)}{2}}{\Delta t}$$

$$C_{\text{jarro}} \frac{T_{\text{jarro}}(t) - T_{\text{jarro}}(t-1)}{\Delta t} = C_{\text{jarro}} \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{água}}(t-1)}{2\Delta t} \quad (8)$$

Considera-se que o intervalo de tempo mais recente, ao cabo de 90 minutos (em poucos casos, 80 minutos), fornece um valor mais confiável.

Em notação matemática:

$$C_{\text{água}} \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{água}}(t-1)}{\Delta t} = C_{\text{jarro}} \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{água}}(t-1)}{2\Delta t} + \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{ar}}(t)}{Rt^*_{\text{total}}} \quad (9)$$

$$(C_{\text{água}} - \frac{C_{\text{jarro}}}{2}) \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{água}}(t-1)}{\Delta t} = \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{ar}}(t)}{Rt^*_{\text{total}}} \quad (9^a)$$

Isolando  $Rt^*_{\text{total}}$ , temos

$$Rt^*_{\text{total}} = \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{ar}}(t)}{(C_{\text{água}} - \frac{C_{\text{jarro}}}{2}) \frac{T_{\text{água}}(t) - T_{\text{água}}(t-1)}{\Delta t}} \quad (9b)$$

Ao se subtrair do valor  $Rt^*_{\text{total}}$  de ensaio realizado com tecido o valor de  $Rt^*_{\text{total}}$  de ensaio de controle (isto é, sem tecido), é obtida a resistência térmica da roupa,  $Rt^*$ . Enfim, dividindo-se  $Rt^*$  pela área de tecido, obtém-se  $Rt$  ( $\text{m}^2\text{K/W}$ ).

$$Rt^* = \frac{T_{\acute{a}gua(t)} - T_{ar(t)}}{(C_{\acute{a}gua} - \frac{C_{jarro}}{2}) \frac{T_{\acute{a}gua(t)} - T_{\acute{a}gua(t-1)}}{\Delta t}} \Big|_{tecido} - \frac{T_{\acute{a}gua(t)} - T_{ar(t)}}{(C_{\acute{a}gua} - \frac{C_{jarro}}{2}) \frac{T_{\acute{a}gua(t)} - T_{\acute{a}gua(t-1)}}{\Delta t}} \Big|_{controle}$$

$$Rt^* = \frac{1}{(C_{\acute{a}gua} - \frac{C_{jarro}}{2})} \left[ \frac{T_{\acute{a}gua(t)} - T_{ar(t)}}{\frac{T_{\acute{a}gua(t)} - T_{\acute{a}gua(t-1)}}{\Delta t}} \Big|_{tecido} - \frac{T_{\acute{a}gua(t)} - T_{ar(t)}}{\frac{T_{\acute{a}gua(t)} - T_{\acute{a}gua(t-1)}}{\Delta t}} \Big|_{controle} \right] \quad (10)$$

Para efeito de convenção, tomamos para as medições o valor de  $t=7200$  s, em que se supõe que qualquer efeito prévio de aquecimento do jarro tenha sido neutralizado. Assim, para cada tipo de tecido, tem-se  $Rt^*$  obtido.

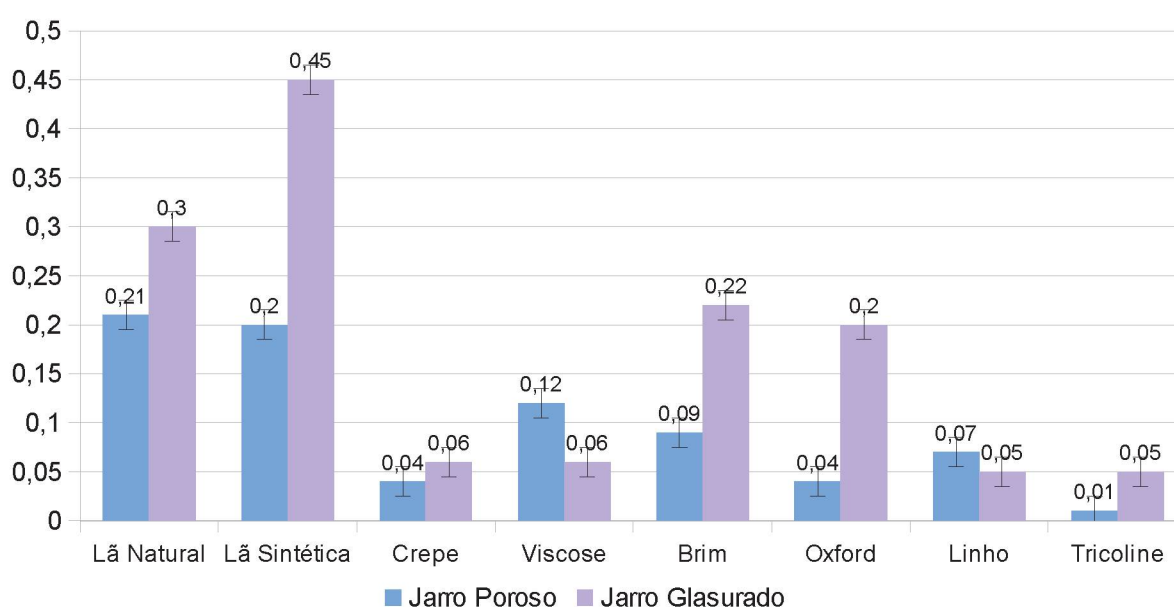
Um erro na estimativa do calor específico do jarro, e consequentemente de sua capacidade térmica, se reflete no valor de  $Rt^*$ , de modo explicitado nesta equação. Mas podemos afirmar que este valor afeta de modo uniforme todas as medições realizadas, de modo que se preserva a diferença relativa de  $Rt^*$  e  $Rt$  entre os diferentes tecidos e situações avaliadas.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISE

### 4.1 ENSAIO SIMPLES

Os resultados obtidos nos ensaios com o tecido justo ao protótipo, sem adição de radiação ou vento estão apresentados no gráfico 1:

GRÁFICO 1 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – ENSAIO SIMPLES ( $\text{m}^2\text{K/W}$ )



Erro padrão calculado a partir do ensaio simples com protótipo sem tecido. Valor: 0,015.  
 FONTE: a autora (2018).

O erro do ensaio foi calculado a partir do ensaio repetido sob as condições do ensaio simples sem tecido. O valor do erro padrão foi de  $0,015 \text{ m}^2\text{K/W}$  para o ensaio simples.

No protótipo poroso, com perda de água por evaporação, a lã sintética e a lã natural apresentaram o mesmo desempenho. No protótipo sem perda de água, a lã sintética apresentou um desempenho de isolamento bem maior. Essa diferença pode ser atribuída ao *regain* da fibra natural, que facilita o transporte do calor para o ambiente. Por se tratar de um material utilizado para a produção de roupas de frio, o isolamento maior por parte do tecido de lã sintética aparenta ser muito favorável. Porém, um tecido que permite a troca de umidade entre a pele e o ambiente pode minimizar alguns efeitos de desconforto durante um dia de muita amplitude térmica.

No caso do crepe e da viscose, os resultados foram bem diferentes de acordo com os protótipos. A viscose mostrou-se três vezes mais resistente em comparação ao crepe no protótipo poroso; enquanto no glasurado, o resultado foi quase o mesmo. Por se tratar de um tecido de fibra sintética, o crepe (*regain* menor que 1%) não acumula água entre os fios, secando a “transpiração” mais rapidamente e consequentemente resfriando mais rápido. O tecido de viscose, por ser um material artificial derivado do algodão, possui afinidade com a água (*regain* 13%) e demora um pouco mais para secar. Como ambos possuem a mesma gramatura e pouca diferença entre a cobertura do tecido, essa saturação do material pode ser a causa desse resultado.

O linho e o tricoline também apresentaram um resultado semelhante ao crepe e a viscose. Quando houve a perda de água, o linho apresentou resistência cinco vezes maior que o algodão em forma de tricoline. Já no ensaio com o jarro glasurado, ambos tiveram o mesmo desempenho. Apesar de se tratarem de duas fibras de origem vegetal, há uma diferença significativa na porcentagem de água presente na fibra: o algodão apresenta 8,5% e o linho 12%. Em relação à gramatura do tecido, a diferença não é tão grande quanto ao *regain*, podendo ser descartada a hipótese da espessura do tecido apresentar alguma influência.

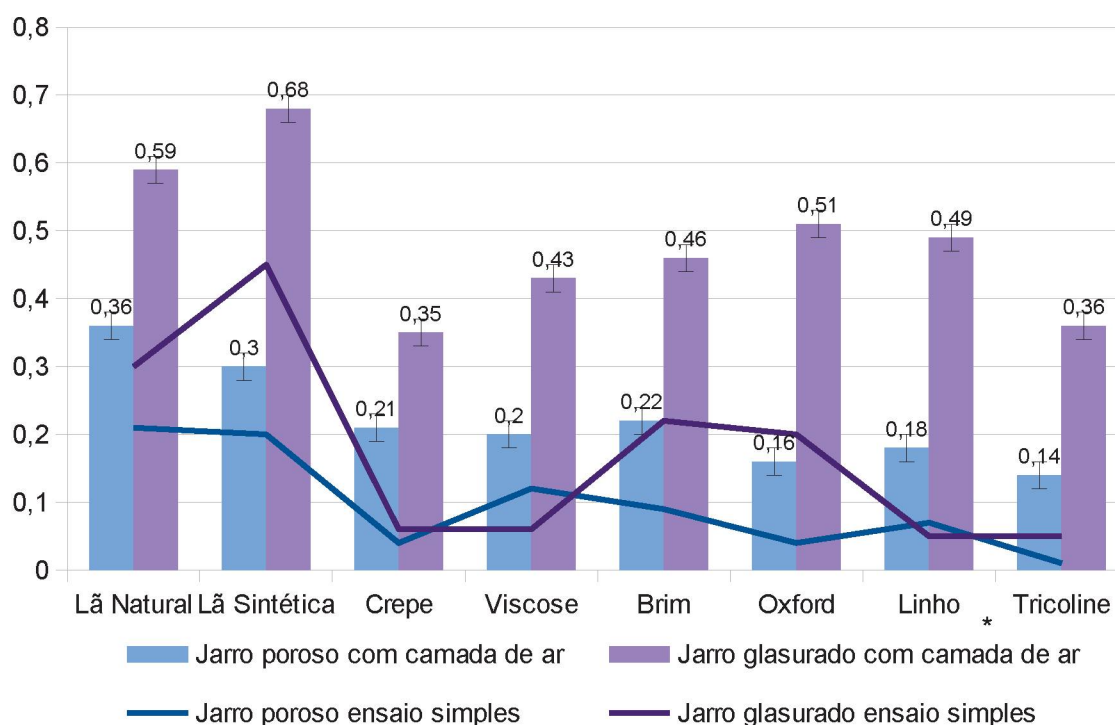
O mesmo critério sobre a gramatura já não pode ser aplicada ao comparar o desempenho do brim e do oxford. Ambos os tecidos são comercializados para o mesmo tipo de produto a ser confeccionado, mas a diferença de gramatura é significativa. Enquanto o oxford analisado pesa 150,6 gramas por metro quadrado, o brim de algodão pesa 270,2 g/m<sup>2</sup>. Essa diferença deve ser levada em conta ao analisar os resultados. Para o jarro poroso, os resultados foram 0,04 m<sup>2</sup>K/W para o oxford e 0,09 m<sup>2</sup>K/W para o brim; e para os jarros com glasura o desempenho foi muito próximo: 0,20 para o oxford e 0,22 para o brim. Possivelmente, numa análise com dois tecidos de mesma gramatura, a resistência térmica do brim de algodão é menor.



## 4.2 CAMADA DE AR

Para o segundo protocolo de ensaio, que apresenta o acréscimo de um afastador para criar uma camada de ar homogênea entre a cerâmica e o tecido, os resultados obtidos estão apresentados no gráfico 2:

GRÁFICO 2 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – CAMADA DE AR ( $\text{m}^2\text{K/W}$ )



\*Erro padrão calculado a partir do ensaio com camada de ar repetido com o protótipo revestido com linho. Valor: 0,02.

Dados sobrepostos em linha referente aos resultados do ensaio simples.

FONTE: a autora (2018).

A partir desses resultados, observando a diferença relativa entre eles e do gráfico anterior (sem camada de ar) é possível atribuir à camada de ar maior relevância em relação ao isolamento térmico do que à composição dos materiais. Foi calculado o erro padrão dos ensaios com camada de ar a partir da repetição do ensaio com linho, com  $0,02 \text{ m}^2\text{K/W}$ . É possível fazer algumas observações em relação aos dados:

O tecido de lã natural e a lã sintética apresentam comportamentos diferentes dependendo da simulação. A fibra natural, quando envolta no protótipo poroso e com a camada de ar, possui maior resistência térmica. No caso do jarro sem evaporação,

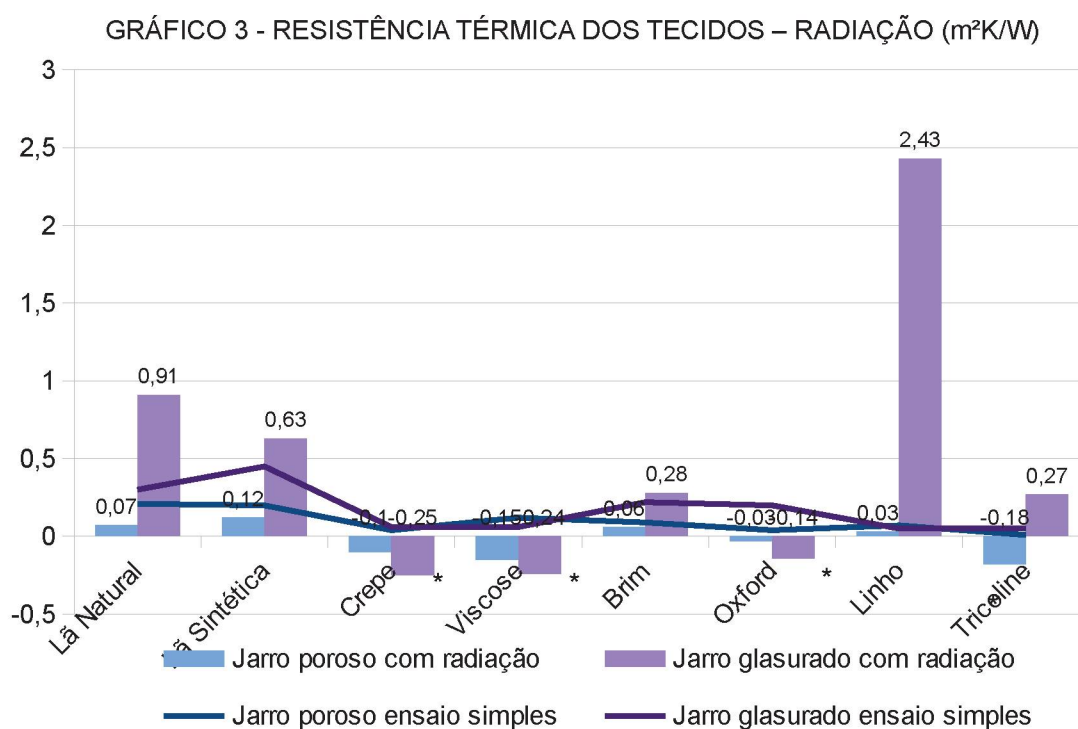
o tecido sintético é mais resistente. Essa diferença pode ser atribuída à transpiração excessiva causar a saturação da fibra natural, que pela sua afinidade com a água demora mais tempo para perder essa água. Enquanto isso, os materiais sintéticos não absorvem tanto a água e secam com mais facilidade, esfriando mais rápido.

Ao contrário do ensaio com o tecido justo ao protótipo, no jarro poroso com camada de ar, as amostras de viscose e crepe de poliéster tiveram resultados de desempenho muito próximos. Provavelmente, a camada de ar limita a chegada da transpiração para o exterior do tecido e assim a viscose, por ser hidrófila acaba ganhando vantagem e tendo um desempenho muito parecido. No ensaio com jarro glasurado, o crepe apresentou resistência térmica significativamente menor. É importante ressaltar também que a amostra de crepe selecionada não é tão opaca quanto a amostra de viscose, sendo necessário a utilização de forro dependendo da aplicação do têxtil que implicaria no aumento de isolamento térmico do vestuário.

Para as outras amostras o comportamento se manteve em relação ao ensaio simples. A camada de ar apenas relativizou a diferença em ambos os protótipos (jarro glasurado e jarro poroso), provando causar mais impacto na resistência térmica.

#### 4.3 ENSAIOS COM RADIAÇÃO JUSTO AO PROTÓTIPO

Os ensaios realizados com a intenção de simular a presença de sol intenso tiveram uma dinâmica diferente tanto no protocolo dos ensaios quanto nos resultados (gráfico 3). A radiação emitida pelas lâmpadas impactou também na temperatura do ar na câmara: enquanto a média dos ensaios simples sem radiação manteve-se em 18,5 °C, a temperatura dos ensaios com radiação apresentou média por volta dos 29,5 °C.



\* Vide explicação sobre os valores negativos no texto.

Dados sobrepostos em linha referente aos resultados do ensaio simples.

FONTE: a autora (2018).

A interação dos tecidos nos ensaios com o jarro poroso e radiação pode ser dividida em dois grupos: os tecidos mais pesados (lã natural, lã sintética e brim) e o linho – este, por motivos desconhecidos – apresentaram resistência térmica positiva, mas baixas. Os demais tecidos tiveram desempenho negativo de resistência térmica, ou seja, os tecidos serviram de proteção contra a absorção da radiação pelo protótipo.

Nos jarros glasurados esse fenômeno de resfriamento ocorreu nas amostras de crepe, viscose e oxford. Os outros materiais ainda ofereceram resistência térmica além da medida com o jarro “nu” (apêndice 1). Não é possível tirar conclusões em relação aos valores, apenas que a radiação é de fato relevante para o isolamento térmico. As diferenças nos resultados das fibras podem ser atribuídas à diferença de tonalidade das amostras e a absorvidade de radiação infravermelha de cada tom.

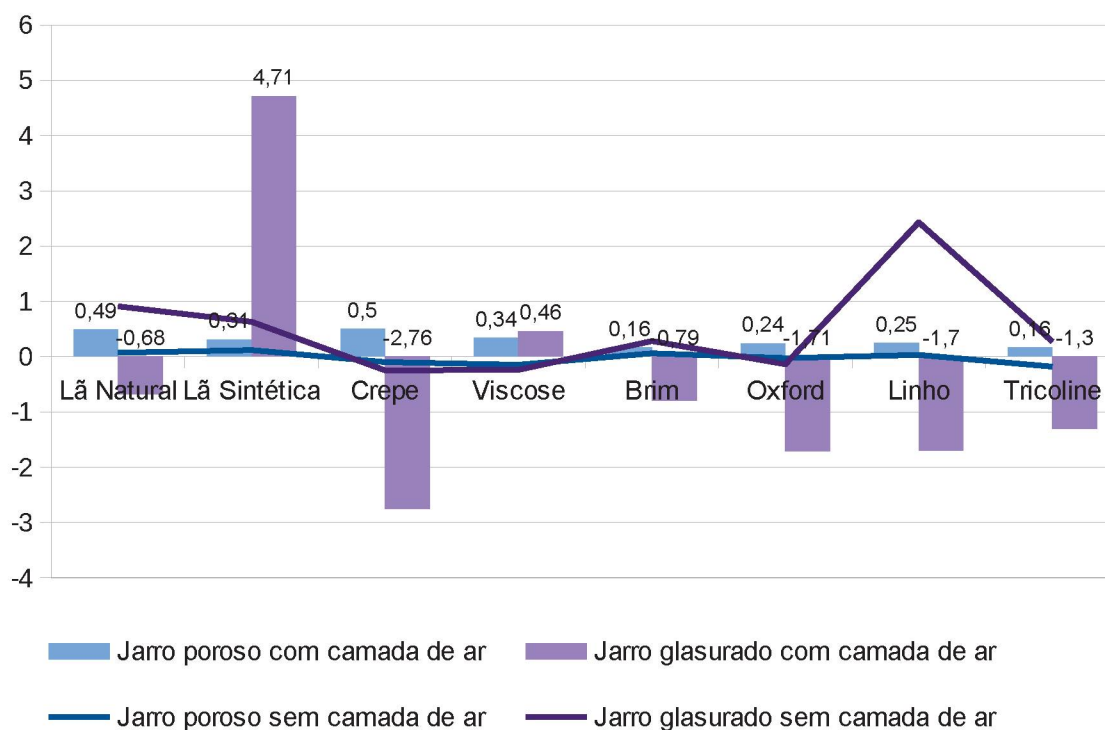
A mesma equação aplicada para os demais ensaios não foi capaz de apresentar um resultado coerente com a presença de radiação. O aumento da temperatura externa pela radiação reverteu o fluxo de calor dos experimentos. Os valores negativos de resistência térmica significam que a superfície exterior se

tornou mais quente que o interior, pelo efeito da radiação sobrepujando as perdas por convecção e evaporação. Os valores maiores em módulo significam uma maior resistência térmica. Quando do uso da radiação, registrou-se aquecimento gradual do ar ambiente, criando condição não prevista para o ensaio. Enfim, o efeito da radiação é relevante, mas os dados obtidos não permitem análise conclusiva.

#### 4.4 ENSAIO COM RADIAÇÃO E CAMADA DE AR

Abaixo (gráfico 4) estão organizados os resultados dos ensaios com a presença de radiação e os afastadores gerando uma camada de ar. As análises dos resultados encontram-se logo abaixo.

GRÁFICO 4 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – RADIAÇÃO E CAMADA DE AR ( $m^2K/W$ )



Dados sobrepostos em linha referente aos resultados do ensaio com radiação sem camada de ar.  
 FONTE: a autora (2018).

A presença da camada de ar entre o protótipo e a roupa foi um fator relevante no aumento da resistência térmica total em relação ao jarro “nu”, em todas as amostras testadas no jarro poroso. A camada de ar aliada à transpiração gerou uma resistência térmica positiva e consideravelmente maior que os experimentos



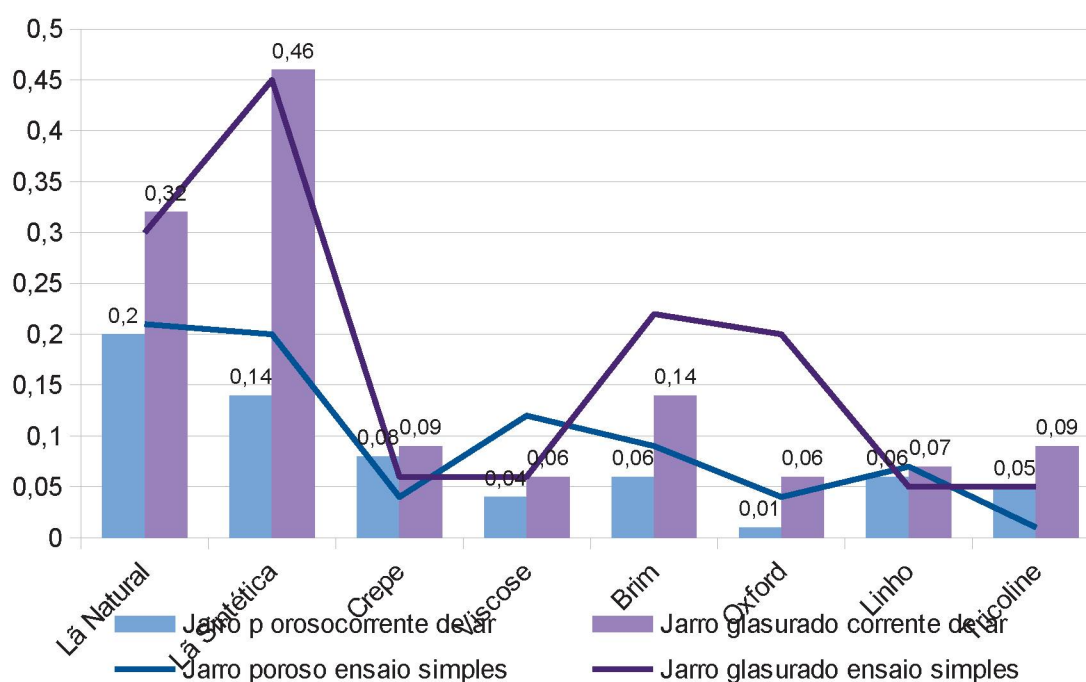
com radiação e tecido aderido. Nesse caso, a umidade confinada entre a “pele” e a roupa exerceu papel de isolante térmico e dificultou a perda de calor se comparado com o tecido justo com transpiração.

Já no modelo glasurado, a camada de ar ofereceu menos resistência do que sem tecido algum, exceto na viscose e na amostra de lã sintética. Comparando as duas amostras de lã, a diferença entre os resultados do jarro poroso e o jarro glasurado foi muito contrastante. Nas outras amostras o tecido com camada de ar agiu como uma barreira contra a absorção da radiação. Como mencionado na análise anterior, o cálculo de resistência no modelo com radiação não foi preciso para fornecer um dado concreto de cada tecido, mas ainda é possível observar o comportamento geral com camada de ar e com transpiração e sem transpiração.

#### 4.5 ENSAIO COM CORRENTE DE AR

Em relação aos ensaios com corrente de ar, é possível afirmar que a maioria das amostras apresentaram perda de resistência em relação ao ensaio simples. Algumas delas tiveram comportamento diferente do esperado.

GRÁFICO 5 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – VENTILAÇÃO ( $m^2K/W$ )



Dados sobrepostos em linha referente aos resultados do ensaio simples.

FONTE: a autora (2018).

Em relação às amostras de lã, a fibra natural com transpiração exerceu maior resistência térmica e para o jarro sem transpiração a resistência foi menor. O tecido sintético apresentou menor resistência térmica com transpiração e maior com o protótipo glasurado. Comparando ao ensaio simples, no jarro glasurado, a resistência térmica foi maior com vento, o que pode estar dentro da margem de erro esperada em vista dos outros resultados de erro padrão.

Para as amostras de crepe e viscose, a diferença de resistência térmica para a presença e ausência de transpiração foi pequena. Nos ensaios com ventilação a viscose apresentou resistência térmica menor, enquanto no ensaio simples o crepe foi o tecido com  $R_t$  mais baixo.

O brim manteve resultados próximos aos resultados do ensaio simples, com uma queda na resistência. O oxford em relação ao jarro poroso teve o mesmo comportamento, já no glasurado a resistência caiu consideravelmente. É possível que a ventilação extraia calor do protótipo através dos tecidos com trama mais aberta e menor espessura.

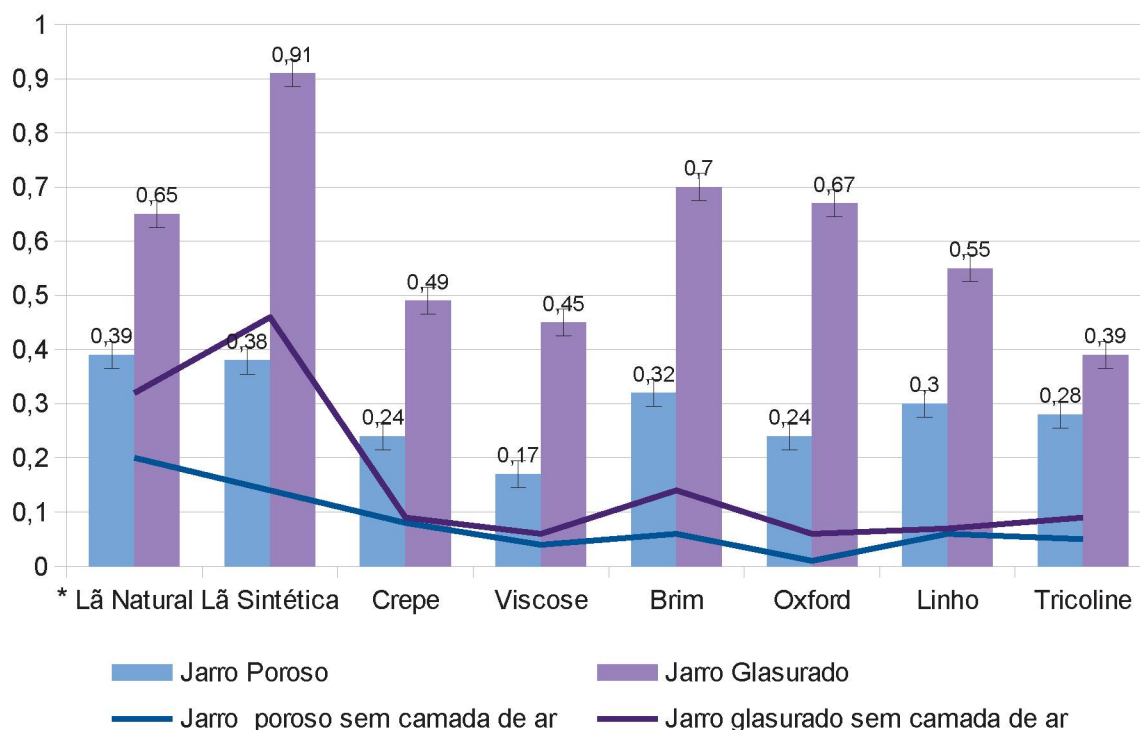
Em relação ao tricoline e o linho, os resultados foram inesperados. A hipótese de que a ventilação diminui a resistência do tecido não se cumpre nas referidas amostras. Para o tricoline os resultados sem ventilação foram 0,01 e 0,05 (poroso e glasurado, respectivamente), no ensaio com corrente de ar a  $R_t$  foi de 0,05 e 0,09. Para o linho, a variação no jarro poroso foi 0,01 menor com ventilação, e no jarro glasurado foi 0,02 maior. Pode-se suspeitar da presença de um afastamento entre o tecido e o frasco, provocado pela corrente de ar, dessa forma introduzindo uma camada de ar não prevista. Ou apenas erro do ensaio, já que o valor foi muito baixo.

#### 4.6 ENSAIO VENTILAÇÃO E CAMADA DE AR

No ensaio da ventilação com a camada de ar, os resultados mostraram que ao comparar as amostras de lã entre si e a amostra de crepe com a viscose, as fibras naturais apresentaram menor resistência térmica. A amostra de lã sintética apresentou uma resistência 30% maior do que a lã natural no jarro glasurado, que pode impactar em situações em que o dia possui muita amplitude térmica. A viscose,

ao contrário do ensaio simples, com a ventilação, é uma escolha mais fresca tanto no jarro poroso quanto no glasuredo.

GRÁFICO 6 - RESISTÊNCIA TÉRMICA DOS TECIDOS – VENTILAÇÃO E CAMADA DE AR ( $m^2K/W$ )



\*Erro padrão calculado a partir do ensaio com ventilação revestido com lã natural. Valor: 0,025. Dados sobrepostos em linha referente aos resultados do ensaio com ventilação sem camada de ar.

FONTE: a autora (2018).

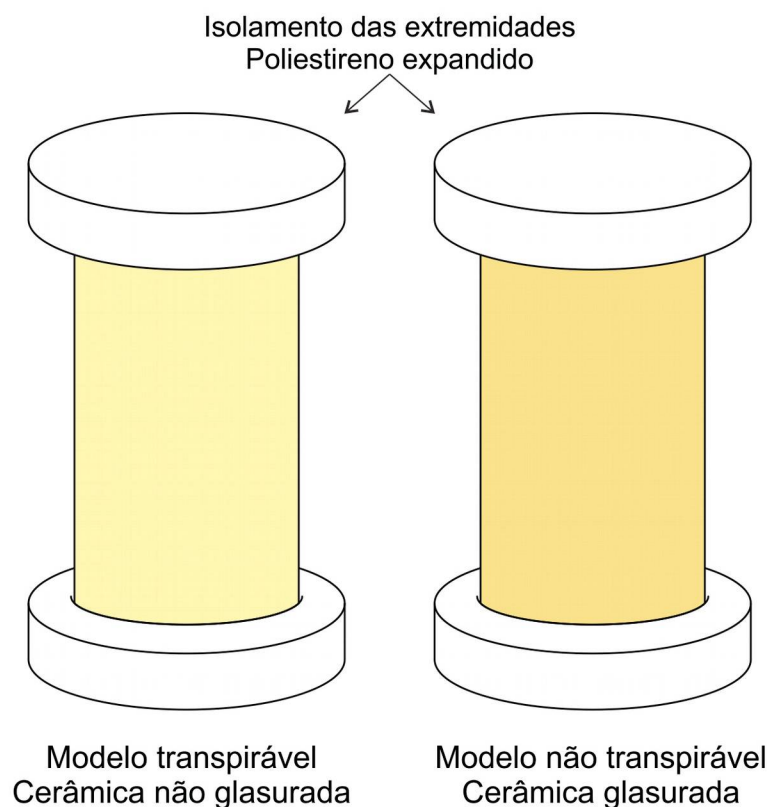
Entre o brim e o oxford a diferença foi considerável, mas não pode ser esquecida a diferença de gramatura das duas amostras. O desempenho do brim foi tal que, com jarro glasuredo, chegou a apresentar maior resistência térmica que a própria lã, material utilizado para casacos de inverno. Comparando o linho e o tricoline, com a presença de transpiração o desempenho foi parecido. Já no modelo sem transpiração o tricoline teve  $R_t$  menor.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo propor e avaliar uma forma alternativa de mensuração da resistência térmica dos têxteis utilizados no mercado do vestuário. Oito amostras adquiridas no comércio foram testadas sob diferentes condições, fornecendo assim dados de resistência térmica em situações como vento, radiação, e a aplicação em um design justo ao corpo ou com uma folga de modelagem. Essas variáveis tiveram como objetivo avaliar situações como: uma sala de escritório, radiação solar, vento externo e a diferença entre o caimento da roupa, sendo justa ao corpo ou solta.

É possível afirmar que os objetivos específicos foram alcançados, e que o objetivo principal de propor um modelo de baixo custo para ser utilizado em experimentos com têxteis aplicados ao vestuário também foi atingido. O modelo final da ferramenta está representado na figura 14:

FIGURA 14 - DESENHO TÉCNICO DOS PROTÓTIPOS PRODUZIDOS



FONTE: a autora (2018).



A consolidação de dois modelos, sendo um permeável e outro impermeável, permite que o tecido seja avaliado em duas situações, com a presença de transpiração em atividades de alta taxa metabólica e em atividades com menor impacto no metabolismo e sem perda de calor por evaporação. A aplicação de outras variáveis como camada de ar, radiação e corrente de ar complementam a ferramenta, permitindo assim que os tecidos sejam testados de acordo com as condições climáticas aplicadas a um design específico.

O modelo desenvolvido permite adaptar a temperatura e umidade do ar do ambiente onde o ensaio é realizado para simular climas de acordo com uma cidade específica ou ambiente climatizado, também podem ser feitas combinações de camadas de tecidos para representar uma combinação de vestuário.

Em uma comparação geral entre fibras naturais e sintéticas, os tecidos sintéticos apresentaram menor resistência térmica no jarro poroso em relação ao jarro glasurado, levantando a hipótese de que, se os tecidos com alta afinidade com a água demoram para perder a água, os sintéticos secam mais rápido. Esse resultado pode fazer uma conexão com o fato de que as roupas esportivas são produzidas com materiais sintéticos e por esse motivo, resfriam com mais agilidade os corpos em atividades de alta intensidade. Também não acumulam água no tecido, não acrescentando peso à vestimenta.

Os resultados devem ser analisados de acordo com a situação a qual a roupa será submetida. No caso das amostras testadas no decorrer do trabalho, o protótipo a ser considerado é o do jarro glasurado, por se tratarem de têxteis utilizados para a confecção de roupas casuais, utilizadas para atividades com baixa taxa metabólica.

Algumas amostras não permitem uma análise comparativa justa devido à diferença de gramatura entre os materiais. É o caso do brim de algodão e o oxford sintético. Apesar de ambos serem tecidos aplicados na confecção de calças, o brim possui gramatura quase duas vezes maior que da amostra de oxford. Em alguns casos, as amostras apresentaram a mesma resistência térmica no protótipo glasurado. Gera assim a suspeita de que caso ambos tivessem gramatura semelhante, o resultado poderia ser diferente.

As amostras de viscose e crepe, apesar de apresentarem gramaturas muito próximas, não possuem a mesma opacidade. O crepe é levemente transparente,

assim dependendo do design proposto pode ser necessária a aplicação de um forro. A viscose teve desempenho térmico menor nos jarros glasurados. Sendo, assim, ela pode ter um desempenho melhor, pois é mais fresca para um dia de verão com pouca atividade.

Entre o tricoline e o linho, a expectativa de o linho com maior *regain* ser menos isolante não se cumpriu. O tricoline apresentou menor isolamento em relação aos dois materiais. Usado na confecção de camisas, o tricoline 100% algodão seria uma melhor opção para uma camisa mais confortável. Em relação às lãs, a amostra sintética é mais isolante. Porém, a lã natural pode ser uma opção melhor para um casaco quando considerada a amplitude térmica ao longo do dia.

Assim, a conclusão mais coerente aos resultados obtidos é que não há um tecido mais resistente termicamente ou menos, ou mais confortável ou menos. É necessário analisar a situação como um todo para avaliar o conforto que um design feito com determinado tecido pode proporcionar inclusive à modelagem da peça e à porcentagem do corpo coberta. É visível no mercado a grande preocupação em cativar o cliente com o preço mais atrativo, deixando em segundo plano as necessidades de conforto do usuário. Geralmente, a escolha da matéria-prima é dada pelo preço do tecido e não por características como toque, composição e durabilidade.

## 5.1 LIMITAÇÕES

As limitações encontradas durante a pesquisa foram em sua maior parte relacionadas a ser uma área de pesquisa ainda pouco explorada, principalmente no cenário nacional. Há poucos estudos sobre conforto térmico e moda voltados ao público brasileiro e pesquisas internacionais não podem ser vistas como um referencial em relação ao conforto dos brasileiros devido à diferença climática e cultural. A ausência de manequins térmicos, no Brasil, também dificulta a aparição de novas pesquisas relacionadas ao tema.

Os artigos encontrados, em sua maioria, visavam atender um nicho muito específico ou se tratavam de uma matéria-prima tecnológica, não sendo encontrado um trabalho que abordasse uma variedade grande de fibras sob as mesmas condições. Assim, não foi possível comparar os resultados obtidos na pesquisa com

algum trabalho já existente. Houve então a falta de uma validação externa dos resultados.

Em relação a realização dos ensaios, é importante ressaltar que um trabalho exploratório como este, está repleto de imprevistos. O aperfeiçoamento dos protótipos foi necessário após alguns acidentes durante a execução, como o derretimento do primeiro modelo e o vazamento incontrolável do modelo feito no filtro de barro.

Quando se trata de um trabalho experimental, é necessário planejar as etapas para a realização dos experimentos e acrescentar uma margem de segurança para que o trabalho possa ser concluído a tempo. Por exemplo, o afastador idealizado para o trabalho em impressão 3D mostrou-se inviável. Após várias tentativas de impressão sem sucesso partiu-se, então, para um afastador alternativo que não exigisse tempo para sua confecção.

Outra limitação é a disponibilidade de equipamentos para a realização dos ensaios. Na fase final dos ensaios, um dos termômetros utilizados apresentou erro de coleta, sendo necessária sua substituição. O anemômetro utilizado para mensurar a velocidade do ar na câmara térmica, foi adquirido posteriormente.

## 5.2 RECOMENDAÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Os ensaios com radiação precisam de alguns ajustes para se alcançar um resultado mais satisfatório. O excesso de radiação reverteu o fluxo de calor, dificultando o cálculo da resistência térmica. Alguns materiais apresentaram resistência térmica “negativa” nos ensaios com radiação, ou seja, esses tecidos diminuíram a absorção da radiação pelo jarro. É um efeito parecido com o senso comum da utilização de uma camiseta de algodão ao se expor ao sol para evitar insolação. Para encontrar a real resistência térmica do tecido, sob efeito da radiação, é necessário rever a equação e provavelmente o nível de radiação emitido pelas lâmpadas.

Outra alteração que pode ser feita para melhorar os resultados é testar formas de diminuir a perda de água pela cerâmica porosa, para que a perda de água da cerâmica seja mais parecida com a transpiração do corpo humano. Um hidrofugante, como o Koromix, utilizado na segunda geração do protótipo, pode ser

um começo, mas os testes para conferir a estabilidade do atraso de transpiração oferecida pelo produto, com o uso, devem ser precisos.

É interessante recomendar para a continuidade do trabalho a tentativa de validação desses dados, seja com a utilização de um manequim térmico ou a partir de experimentos semelhantes aos de Fanger, com uma série de voluntários. Também é possível avaliar diferentes têxteis e modificar as condições climáticas dos ensaios, aumentando o acervo de resultados em vista da infinidade de tecidos disponíveis no mercado.



## REFERÊNCIAS

- ABIT. Brasil: Consumo Industrial de Fibras e Filamentos – 1970 a 2016, 2017.
- ABNT, NBR. 10591–Materiais têxteis-Determinação da gramatura de superfícies têxteis;- **ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas publicado em**, v. 14, n. 07, 2008.
- ABNT, NBR 12546. Materiais têxteis – ligamentos fundamentais de tecidos planos - Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT; 1991.
- AGUIAR NETO, Pedro Pita. **Fibras Têxteis**: Volume 1. - Rio de Janeiro: SENAI-DN: SENAI-CETIQT: CNPq: IBICT: PEDCT: TIB, 1996. 341p.
- ALONSO, Raquel Seawright. **Pena de frango: estudo das características físicas das fibras têxteis**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- STANDARD, ASHRAE. Standard 55-66, Thermal Comfort Conditions. **American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, New York**, 1966.
- BENTO, Ivan Edimar. **Recuperação do corante antraquinona do efluente têxtil e estudo de sua reutilização no processo industrial**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- BRADSHAW, Peter; CEBECI, Tuncer; WHITELAW, James H. Engineering calculation methods for turbulent flow. **NASA STI/Recon Technical Report A**, v. 82, 1981.
- BRAGA, I. M. S. *Optimização do design do vestuário cirúrgico através do estudo do conforto termofisiológico*. Universidade do Minho, 2008.
- CHARLES, K.E. Fanger's Thermal Comfort and Draught Models. Institute for Research in Construction National Research Council of Canada, 2003.
- CUBRIC, Ivana Salopek; SKENDERI, Zenun; HAVENITH, George. Impact of raw material, yarn and fabric parameters, and finishing on water vapor resistance. **Textile research journal**, v. 83, n. 12, p. 1215-1228, 2013.
- DE DEAR, R. J., & BRAGER, G. S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings. *Energy and Buildings*.
- ENDRUSICK, T. L. STROSCHEIN, L. A., GONZALEZ, RICHARD R. – Thermal manikin history: United States military use of thermal manikins in protective clothing research – **U.S. Army research institute of environmental medicine**, Biophysics and biomedical modeling division, 2003.
- FAN, J., & CHEN, Y. S. Measurement of clothing thermal insulation and moisture vapour resistance using a novel perspiring fabric thermal manikin. *Measurement Science and Technology*, 13(7), 1115–1123, 2002. Disponível em <https://doi.org/10.1088/0957-0233/13/7/320>
- FANGER, P.O. **Thermal Comfort** – Analysis na Applications in Environmental Engineering. Robert E. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida. 1982.

FILGUEIRAS, A. P. A. Optimização do design total de malhas multifuncionais para utilização em vestuário desportivo. *ModaPalavra E-Periódico*, 17, 253. 2016.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Terezinha Ramos. **Manual de conforto térmico**. Studio Nobel, 2001.

GERICKE, Adine; VAN DER POL, Jani. A comparative study of regenerated bamboo, cotton and viscose rayon fabrics. Part 1: Selected comfort properties. **Journal of Consumer Sciences**, v. 38, n. 1, 2010.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. In: **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas, 2010.

GUIMARÃES, Bárbara Maria Gama. **Estudo das características físico-químicas de fibras têxteis vegetais de espécies de Malvaceae**. 169p. 2014. Tese de Doutorado. MSc. dissertation. Postgraduation in Textile and Fashion. School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo. São Paulo.

HESCHONG, Lisa. **Thermal delight in architecture**. MIT press, 1979.

HOLMÉR, I. Thermal manikin history and applications. *European Journal of Applied Physiology*, 92(6), 614–618, 2004.

PRADO, Marcelo Villin. Brasil têxtil 2010: relatório setorial da indústria têxtil brasileira. **São Paulo: IEMI**, 2010.

ISO, En. 7730: 2005. **Ergonomics of the thermal environment-Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**, 2005.

ISO, ISO. 9920, Ergonomics of the thermal environment--Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. **International Organization for Standardization**, 2007.

MARINHO, M. A. DO R. DA S. R. Estruturas têxteis de elevado isolamento térmico para condições extremas de frio, 2013.

MEDEIROS, ALBERTO. Cálculo estrutural de tecidos planos. **São Paulo, Contêxtil**, 1995.

MOURA, L. F. *Verificação da Existência de Imprecisões nos Valores do Índice de Isolamento Térmico de Vestimenta da Norma ISO 9920:2007*. 2012.

OLESEN, B. W.; PARSONS, K. C. Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730. *Energy and Building* 34. Elsevier, 2002, p.537-548.

OLIVEIRA, A. Virgílio M.; GASPAR, Adélio R.; QUINTELA, Divo A. Dynamic clothing insulation. Measurements with a thermal manikin operating under the thermal comfort regulation mode. **Applied ergonomics**, v. 42, n. 6, p. 890-899, 2011.

OLIVEIRA, Decio Ferreira. **Produção sustentável de fibras têxteis** – roposta para um ecossistema de negócios na região do Jari, Amazônia. Enegep – Rio de Janeiro, 14 p. 2008. Disponível em

<[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008\\_TN\\_STO\\_079\\_551\\_11884.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_079_551_11884.pdf)>  
Acesso em 25/04/2017.

OLIVEIRA, Maria Helena. **Principais Matérias-Primas Utilizadas na Indústria Têxtil.** BNDES, 1997. Disponível em  
<[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnsetmprev.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnsetmprev.pdf)>

PARAUTA, A. R. M. Estudo do desempenho térmico de vestuário – Análise experimental e numérica. 2012.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos.** Senac, 2012.

PORTUGAL TÊXTIL. Estudo de Mercado – Fibras não-naturais: Produção e Comércio. 2014. Disponível em <http://www.portugaltextil.com/docs/agosto-2014/?wpdmdl=60602> Acessado em: 21/10/2018.

SANTOS, Carla Alexandra Correia. **Desenvolvimento de metodologias para a avaliação do desempenho térmico de meias através da utilização de um manequim térmico transpirável.** 2009. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Integrado em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade do Porto, Porto, 2009.

SIMONE, Antonio; DELLA CROCIATA, Sabrina; MARTELOTTO, Francesco. The influence of clothing distribution and local discomfort on the assessment of global thermal comfort. **Building and Environment**, v. 59, p. 644-653, 2013.

SLATER, K 1986, "The Assessment of Comfort", J. **Textile Inst.**, vol. 77, no 3, pp. 157-171

SLATER, Keith. Comfort properties of textiles. **Textile progress**, v. 9, n. 4, p. 1-70, 1977.

TURNER, S. C., PALIAGA, G., LYNCH, B. M., ARENS, E. A., AYNSLEY, R. M., BRAGER, G. S., ... PETERSON, J. C. (2013). ASHRAE STANDARD Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, 2010.

XAVIER, AA de P. et al. Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias-Teoria física aliada a estudos de campo. **Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina**, 2000.



## APÊNDICE 1 – DADOS ENSAIOS

Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	17,7	43,6			
600	18,9	38,7	0,00725	11682,28649	0,233775681
1200	19,4	34,9	0,00550	11682,28649	0,241235465
1800	19,1	32,1	0,00433	11682,28649	0,256799044
2400	18,6	29,7	0,00342	11682,28649	0,278094574
3000	17,6	28	0,00300	11682,28649	0,296745562
3600	18,4	26,1	0,00283	11682,28649	0,232629722
4200	19	24,6	0,00217	11682,28649	0,221242253
4800	18,9	23,5	0,00158	11682,28649	0,2486896
5400	17,8	22,7	0,00142	11682,28649	0,296074192
6000	17,7	21,8	0,00142	11682,28649	0,247735548
6600	18,6	21	0,00125	11682,28649	0,164351388
7200	18,9	20,3	0,00100	11682,28649	0,119839554
7800	18,5	19,8	0,00075	11682,28649	0,148372781
8400	17,4	19,4	0,01650	11682,28649	0,010375719
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 0,268218661

Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Lã Natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,4	34,9			
600	18,5	33,2	0,00266666667	<b>11682,28649</b>	<b>0,47186824</b>
1200	18,5	31,7	0,00233333333	11682,28649	0,48424963
1800	18,5	30,4	0,00216666667	11682,28649	0,47013979
2400	18,5	29,1	0,00191666667	11682,28649	0,47340345
3000	18,5	28,1	0,00175	11682,28649	0,46957539
3600	18,4	27	0,0015	11682,28649	0,49077151
4200	18,5	26,3	0,00133333333	11682,28649	0,50075814
4800	18,5	25,4	0,00133333333	11682,28649	0,44297835
5400	18,5	24,7	0,00108333333	11682,28649	0,48989356
6000	18,5	24,1	0,001	11682,28649	0,47935822
6600	18,5	23,5	0,00091666667	11682,28649	0,46690735
7200	18,7	23	0,00083333333	11682,28649	0,44169436
7800	18,6	22,5	0,00075	11682,28649	0,44511834
8400	18,6	22,1	0,00075	11682,28649	0,39946518
9000	18,7	21,6		11682,28649	

Média Rt\*: 0,47434207



Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Lã Sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,4	34,6			
600	18,5	32,9	0,00266666667	11682,28649	0,46223828
1200	18,5	31,4	0,00233333333	11682,28649	0,47324395
1800	18,5	30,1	0,00208333333	11682,28649	0,47661903
2400	18,5	28,9	0,00191666667	11682,28649	0,46447131
3000	18,5	27,8	0,00166666667	11682,28649	0,47764622
3600	18,4	26,9	0,00141666667	11682,28649	0,51359809
4200	18,5	26,1	0,00133333333	11682,28649	0,48791818
4800	18,5	25,3	0,00125	11682,28649	0,46566227
5400	18,5	24,6	0,00108333333	11682,28649	0,48199205
6000	18,5	24	0,001	11682,28649	0,47079825
6600	18,5	23,4	0,001	11682,28649	0,41943844
7200	18,7	22,8	0,00083333333	11682,28649	0,42115043
7800	18,6	22,4	0,00075	11682,28649	0,43370505
8400	18,6	21,9	0,00083333333	11682,28649	0,33897474
9000	18,7	21,4		11682,28649	

Média Rt\*: 0,47299513

Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,8	38,4			
600	19,3	35,3	0,00466666667	11682,28649	0,29348462
1200	19,3	32,8	0,00391666667	11682,28649	0,29504571
1800	18,8	30,6	0,00325	11682,28649	0,31079269
2400	19,1	28,9	0,00266666667	11682,28649	0,31457883
3000	19	27,4	0,00241666667	11682,28649	0,29753269
3600	18	26	0,002	11682,28649	0,34239873
4200	18,8	25	0,00175	11682,28649	0,30326744
4800	17,8	23,9	0,00158333333	11682,28649	0,32978404
5400	18,9	23,1	0,00125	11682,28649	0,28761493
6000	17,6	22,4	0,00125	11682,28649	0,32870278
6600	18,7	21,6	0,00108333333	11682,28649	0,22914376
7200	18,2	21,1	0,00083333333	11682,28649	0,29788689
7800	18,6	20,6	0,00075	11682,28649	0,22826582
8400	18,9	20,2	0,00058333333	11682,28649	0,190765
9000	18,3	19,9		11682,28649	

Média Rt\*: 0,30448748

Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,8	39,3			
600	19,3	36,3	0,00425	11682,28649	0,34239873
1200	19,3	34,2	0,00333333333	11682,28649	0,38263058
1800	18,8	32,3	0,00316666667	11682,28649	0,36492496
2400	19,1	30,4	0,00266666667	11682,28649	0,36272865
3000	19	29,1	0,002	11682,28649	0,43227839
3600	18	28	0,002	11682,28649	0,42799841
4200	18,8	26,7	0,00175	11682,28649	0,38642142
4800	17,8	25,9	0,00158333333	11682,28649	0,43790995
5400	18,9	24,8	0,00125	11682,28649	0,4040305
6000	17,6	24,4	0,00125	11682,28649	0,46566227
6600	18,7	23,3	0,00125	11682,28649	0,31500683
7200	18,2	22,9	0,00083333333	11682,28649	0,4827822
7800	18,6	22,3	0,00108333333	11682,28649	0,29235583
8400	18,9	21,6	0,00066666667	11682,28649	0,34667871
9000	18,3	21,5		11682,28649	

Média Rt\*: 0,38564064

Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,6	41			
600	17,9	37,8	0,00483333333	11682,28649	0,35243455
1200	17,9	35,2	0,00416666667	11682,28649	0,35540988
1800	17,6	32,8	0,0035	11682,28649	0,37174719
2400	17,7	31	0,00308333333	11682,28649	0,36923538
3000	18,2	29,1	0,00266666667	11682,28649	0,3498887
3600	18,7	27,8	0,00216666667	11682,28649	0,35951866
4200	18,9	26,5	0,00208333333	11682,28649	0,31226764
4800	18,6	25,3	0,00191666667	11682,28649	0,29922671
5400	18,8	24,2	0,0015	11682,28649	0,30815885
6000	18	23,5	0,00116666667	11682,28649	0,40354135
6600	17,6	22,8	0,00116666667	11682,28649	0,38153001
7200	17,1	22,1	0,00116666667	11682,28649	0,36685578
7800	16,8	21,4	0,00091666667	11682,28649	0,42955476
8400	17,3	21	0,01783333333	11682,28649	0,01775993
9000				11682,28649	

Média Rt\*:0,36157029

Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,6	40,1			
600	17,9	36,5	0,00525	11682,28649	0,30326744
1200	17,9	33,8	0,00441666667	11682,28649	0,30815885
1800	17,6	31,2	0,00383333333	11682,28649	0,30369278
2400	17,7	29,2	0,00316666667	11682,28649	0,310862
3000	18,2	27,4	0,00266666667	11682,28649	0,2953189
3600	18,7	26	0,00225	11682,28649	0,27772341
4200	18,9	24,7	0,00191666667	11682,28649	0,25903208
4800	18,6	23,7	0,00158333333	11682,28649	0,27572108
5400	18,8	22,8	0,0015	11682,28649	0,22826582
6000	18	21,9	0,00133333333	11682,28649	0,25037907
6600	17,6	21,2	0,00108333333	11682,28649	0,28445433
7200	17,1	20,6	0,00091666667	11682,28649	0,32683515
7800	16,8	20,1	0,00075	11682,28649	0,3766386
8400	17,3	19,7	0,01675	11682,28649	0,01226503
9000				11682,28649	

Média Rt\*:0,30450813

Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,6	42,1			
600	19,2	38,5	0,00533333333	11682,28649	0,30976385
1200	18,4	35,7	0,00433333333	11682,28649	0,34174027
1800	19,1	33,3	0,00375	11682,28649	0,32413746
2400	19,3	31,2	0,00308333333	11682,28649	0,3303685
3000	18,7	29,6	0,00258333333	11682,28649	0,36117543
3600	19,1	28,1	0,00233333333	11682,28649	0,3301702
4200	18,4	26,8	0,00208333333	11682,28649	0,34513791
4800	19	25,6	0,00175	11682,28649	0,32283308
5400	17,9	24,7	0,00158333333	11682,28649	0,3676281
6000	18,8	23,7	0,00125	11682,28649	0,33555075
6600	17,2	23,2	0,00116666667	11682,28649	0,44022693
7200	18,7	22,3	0,00116666667	11682,28649	0,26413616
7800	17,5	21,8	0,00083333333	11682,28649	0,44169436
8400	18,6	21,3	0,01816666667	11682,28649	0,01272215
9000				11682,28649	

Média Rt\*:0,33935541

Ensaio: Simples

Jarro: Poroso

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,6	41,3			
600	19,2	37,5	0,00575	11682,28649	0,27243029
1200	18,4	34,4	0,00491666667	11682,28649	0,27856167
1800	19,1	31,6	0,004	11682,28649	0,267499
2400	19,3	29,6	0,00308333333	11682,28649	0,28594921
3000	18,7	27,9	0,00275	11682,28649	0,28636984
3600	19,1	26,3	0,00225	11682,28649	0,27391898
4200	18,4	25,2	0,00191666667	11682,28649	0,30369278
4800	19	24	0,00166666667	11682,28649	0,25679904
5400	17,9	23,2	0,00133333333	11682,28649	0,34025873
6000	18,8	22,4	0,00133333333	11682,28649	0,23111914
6600	17,2	21,6	0,00116666667	11682,28649	0,32283308
7200	18,7	21	0,00083333333	11682,28649	0,23625512
7800	17,5	20,6	0,00083333333	11682,28649	0,31843081
8400	18,6	20	0,01716666667	11682,28649	0,00698094
9000				11682,28649	

Média Rt\*:0,27959493

Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	17,7	50,6			
600	18,9	48,6	0,00341666667	11682,28649	0,74409089
1200	19,4	46,5	0,00341666667	11682,28649	0,67895162
1800	19,1	44,5	0,003	11682,28649	0,72474397
2400	18,6	42,9	0,00275	11682,28649	0,75638991
3000	17,6	41,2	0,00258333333	11682,28649	0,78199451
3600	18,4	39,8	0,00241666667	11682,28649	0,75799994
4200	19	38,3	0,00233333333	11682,28649	0,70803165
4800	18,9	37	0,002	11682,28649	0,77467712
5400	17,8	35,9	0,002	11682,28649	0,77467712
6000	17,7	34,6	0,00191666667	11682,28649	0,75476589
6600	18,6	33,6	0,00158333333	11682,28649	0,81094435
7200	18,9	32,7	0,00158333333	11682,28649	0,7460688
7800	18,5	31,7	0,0015	11682,28649	0,7532772
8400	17,4	30,9	0,02641666667	11682,28649	0,04374495
9000				11682,28649	

Média Rt\*:0,73552



Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã Natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,4	39,6			
600	18,5	38,6	0,00158333333	11682,28649	1,08666543
1200	18,5	37,7	0,00166666667	11682,28649	0,98610833
1800	18,5	36,6	0,00158333333	11682,28649	0,97853951
2400	18,5	35,8	0,00133333333	11682,28649	1,11065586
3000	18,5	35	0,00133333333	11682,28649	1,05929606
3600	18,4	34,2	0,00125	11682,28649	1,08197997
4200	18,5	33,5	0,00133333333	11682,28649	0,96299641
4800	18,5	32,6	0,00125	11682,28649	0,9655644
5400	18,5	32	0,00091666667	11682,28649	1,26064985
6000	18,5	31,5	0,00108333333	11682,28649	1,02719618
6600	18,5	30,7	0,00116666667	11682,28649	0,8951281
7200	18,7	30,1	0,00091666667	11682,28649	1,06454876
7800	18,6	29,6	0,00083333333	11682,28649	1,12991579
8400	18,6	29,1	0,00075	11682,28649	1,19839554
9000	18,7	28,7		11682,28649	

Média Rt\*: 1,03364994

Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã Sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,4	39,6			
600	18,5	38,7	0,0015	11682,28649	1,15274237
1200	18,5	37,8	0,00133333333	11682,28649	1,23905539
1800	18,5	37,1	0,00133333333	11682,28649	1,19411555
2400	18,5	36,2	0,00133333333	11682,28649	1,13633577
3000	18,5	35,5	0,00125	11682,28649	1,16415567
3600	18,4	34,7	0,00108333333	11682,28649	1,28794597
4200	18,5	34,2	0,00108333333	11682,28649	1,24053692
4800	18,5	33,4	0,00125	11682,28649	1,0203482
5400	18,5	32,7	0,00108333333	11682,28649	1,12201428
6000	18,5	32,1	0,00091666667	11682,28649	1,269988
6600	18,5	31,6	0,00091666667	11682,28649	1,22329726
7200	18,7	31	0,00091666667	11682,28649	1,14859209
7800	18,6	30,5	0,00091666667	11682,28649	1,1112395
8400	18,6	29,9	0,00083333333	11682,28649	1,16073168
9000	18,7	29,5		11682,28649	

Média Rt\*: 1,18341559

Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,8	45,3			
600	19,3	43,2	0,00308333333	11682,28649	0,66351321
1200	19,3	41,6	0,00233333333	11682,28649	0,81808838
1800	18,8	40,4	0,00241666667	11682,28649	0,76508405
2400	19,1	38,7	0,00233333333	11682,28649	0,71903732
3000	19	37,6	0,00183333333	11682,28649	0,86844768
3600	18	36,5	0,00191666667	11682,28649	0,82622301
4200	18,8	35,3	0,00166666667	11682,28649	0,84743684
4800	17,8	34,5	0,00175	11682,28649	0,81686553
5400	18,9	33,2	0,00141666667	11682,28649	0,86405325
6000	17,6	32,8	0,00133333333	11682,28649	0,97583637
6600	18,7	31,6	0,00158333333	11682,28649	0,69741214
7200	18,2	30,9	0,00133333333	11682,28649	0,81533696
7800	18,6	30	0,00141666667	11682,28649	0,68882567
8400	18,9	29,2	0,00083333333	11682,28649	1,05801206
9000	18,3	29		11682,28649	

Média Rt\*:0,79266436

Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,8	45,3			
600	19,3	43,6	0,00266666667	11682,28649	0,7800271
1200	19,3	42,1	0,00241666667	11682,28649	0,80758872
1800	18,8	40,7	0,00241666667	11682,28649	0,77571022
2400	19,1	39,2	0,00225	11682,28649	0,76469049
3000	19	38	0,00191666667	11682,28649	0,84855336
3600	18	36,9	0,00183333333	11682,28649	0,8824549
4200	18,8	35,8	0,00175	11682,28649	0,83153976
4800	17,8	34,8	0,00158333333	11682,28649	0,91907026
5400	18,9	33,9	0,0015	11682,28649	0,85599681
6000	17,6	33	0,00141666667	11682,28649	0,93051889
6600	18,7	32,2	0,00133333333	11682,28649	0,86669677
7200	18,2	31,4	0,00125	11682,28649	0,90393263
7800	18,6	30,7	0,00116666667	11682,28649	0,88779098
8400	18,9	30	0,00108333333	11682,28649	0,8770675
9000	18,3	29,4		11682,28649	

Média Rt\*: 0,7991357

Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,6	48,5			
600	17,9	47	0,00258333333	11682,28649	0,96423899
1200	17,9	45,4	0,00258333333	11682,28649	0,91122241
1800	17,6	43,9	0,00233333333	11682,28649	0,96483069
2400	17,7	42,6	0,00216666667	11682,28649	0,98373788
3000	18,2	41,3	0,00208333333	11682,28649	0,94912927
3600	18,7	40,1	0,00208333333	11682,28649	0,87927993
4200	18,9	38,8	0,002	11682,28649	0,85171683
4800	18,6	37,7	0,00175	11682,28649	0,93425938
5400	18,8	36,7	0,00166666667	11682,28649	0,91934058
6000	18	35,7	0,0015	11682,28649	1,01007624
6600	17,6	34,9	0,00133333333	11682,28649	1,11065586
7200	17,1	34,1	0,00116666667	11682,28649	1,24730964
7800	16,8	33,5	0,00141666667	11682,28649	1,00906918
8400	17,3	32,4	0,02791666667	11682,28649	0,04630048
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 0,95223006

Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,6	47,8			
600	17,9	46,2	0,00258333333	11682,28649	0,9377307
1200	17,9	44,7	0,0025	11682,28649	0,91762858
1800	17,6	43,2	0,00225	11682,28649	0,97393415
2400	17,7	42	0,00208333333	11682,28649	0,99843468
3000	18,2	40,7	0,00225	11682,28649	0,85599681
3600	18,7	39,3	0,00216666667	11682,28649	0,81385543
4200	18,9	38,1	0,00183333333	11682,28649	0,89646212
4800	18,6	37,1	0,00175	11682,28649	0,90491092
5400	18,8	36	0,00166666667	11682,28649	0,88338871
6000	18	35,1	0,0015	11682,28649	0,97583637
6600	17,6	34,2	0,00133333333	11682,28649	1,06571603
7200	17,1	33,5	0,00116666667	11682,28649	1,20328695
7800	16,8	32,8	0,00133333333	11682,28649	1,02719618
8400	17,3	31,9	0,02733333333	11682,28649	0,04572276
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 0,93649856

Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,6	49,4			
600	19,2	47,4	0,003333333333	11682,28649	0,7241733
1200	18,4	45,4	0,003083333333	11682,28649	0,74957559
1800	19,1	43,7	0,002666666667	11682,28649	0,78965706
2400	19,3	42,2	0,002416666667	11682,28649	0,81113077
3000	18,7	40,8	0,002416666667	11682,28649	0,78279433
3600	19,1	39,3	0,00225	11682,28649	0,76849492
4200	18,4	38,1	0,002	11682,28649	0,84315686
4800	19	36,9	0,001916666667	11682,28649	0,79942659
5400	17,9	35,8	0,00175	11682,28649	0,87556245
6000	18,8	34,8	0,001666666667	11682,28649	0,82175694
6600	17,2	33,8	0,001583333333	11682,28649	0,89744508
7200	18,7	32,9	0,001416666667	11682,28649	0,85801092
7800	17,5	32,1	0,001333333333	11682,28649	0,93731651
8400	18,6	31,3	0,02675	11682,28649	0,04063985
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 0,78328944

Ensaio: Simples

Jarro: Glasurado

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,6	48,7			
600	19,2	46,8	0,003	11682,28649	0,78751707
1200	18,4	45,1	0,002833333333	11682,28649	0,80665111
1800	19,1	43,4	0,00275	11682,28649	0,75638991
2400	19,3	41,8	0,002416666667	11682,28649	0,79696255
3000	18,7	40,5	0,002416666667	11682,28649	0,77216816
3600	19,1	38,9	0,002166666667	11682,28649	0,78224939
4200	18,4	37,9	0,002	11682,28649	0,83459689
4800	19	36,5	0,001916666667	11682,28649	0,78156231
5400	17,9	35,6	0,00175	11682,28649	0,86577963
6000	18,8	34,4	0,001666666667	11682,28649	0,80121302
6600	17,2	33,6	0,001666666667	11682,28649	0,84230086
7200	18,7	32,4	0,0015	11682,28649	0,78181042
7800	17,5	31,8	0,00125	11682,28649	0,97926035
8400	18,6	30,9	0,0265	11682,28649	0,03973117
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 0,78304293



Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	17,7	48,2			
600	18,9	44	0,006250000	11682,28649	0,34376832
1200	19,4	40,7	0,005000000	11682,28649	0,36465464
1800	19,1	38	0,004083333	11682,28649	0,39620424
2400	18,6	35,8	0,003416667	11682,28649	0,43092132
3000	17,6	33,9	0,003166667	11682,28649	0,4406131
3600	18,4	32	0,003000000	11682,28649	0,38805189
4200	19	30,3	0,002500000	11682,28649	0,38691056
4800	18,9	29	0,001833333	11682,28649	0,47157643
5400	17,8	28,1	0,001750000	11682,28649	0,50381527
6000	17,7	26,9	0,002000000	11682,28649	0,39375853
6600	18,6	25,7	0,001750000	11682,28649	0,34729014
7200	18,9	24,8	0,001500000	11682,28649	0,33669208
7800	18,5	23,9	0,001166667	11682,28649	0,39620424
8400	17,4	23,4	0,019916667	11682,28649	0,02578735

Média Rt\*: 0,40809832

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Lã natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,7	48,9			
600	18,6	47,1	0,003083333	11682,28649	0,79121868
1200	18,6	45,2	0,002916667	11682,28649	0,78066909
1800	18,6	43,6	0,002750000	11682,28649	0,77817892
2400	18,5	41,9	0,002666667	11682,28649	0,7511372
3000	18,5	40,4	0,002500000	11682,28649	0,74985321
3600	18,5	38,9	0,002166667	11682,28649	0,80595392
4200	18,5	37,8	0,002000000	11682,28649	0,82603692
4800	18,4	36,5	0,002000000	11682,28649	0,77467712
5400	18,4	35,4	0,001750000	11682,28649	0,83153976
6000	18,4	34,4	0,001583333	11682,28649	0,86500731
6600	18,4	33,5	0,001500000	11682,28649	0,86170346
7200	18,4	32,6	0,001416667	11682,28649	0,85801092
7800	18,4	31,8	0,001333333	11682,28649	0,8602768
8400	18,5	31	0,026500000	11682,28649	0,04037721

Média Rt\*: 0,76495961

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,7	48			
600	18,6	45,9	0,00350000	11682,28649	0,66767751
1200	18,6	43,8	0,00316667	11682,28649	0,68119325
1800	18,6	42,1	0,00275000	11682,28649	0,73148819
2400	18,5	40,5	0,00258333	11682,28649	0,72897793
3000	18,5	39	0,00250000	11682,28649	0,70191739
3600	18,5	37,5	0,00208333	11682,28649	0,78066909
4200	18,5	36,5	0,00183333	11682,28649	0,84043323
4800	18,4	35,3	0,00183333	11682,28649	0,78907343
5400	18,4	34,3	0,00175000	11682,28649	0,77773425
6000	18,4	33,2	0,00150000	11682,28649	0,84458352
6600	18,4	32,5	0,00141667	11682,28649	0,85196859
7200	18,4	31,5	0,00150000	11682,28649	0,74757055
7800	18,4	30,7	0,00133333	11682,28649	0,78965706
8400	18,5	29,9	0,02558333	11682,28649	0,03814344

Média Rt\*: 0,71089419

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,3	47,3			
600	18,5	45	0,003833333	11682,28649	0,59175432
1200	18,7	42,7	0,003500000	11682,28649	0,58696924
1800	18,6	40,8	0,003166667	11682,28649	0,60009882
2400	18,7	38,9	0,002833333	11682,28649	0,61027537
3000	18,6	37,4	0,002416667	11682,28649	0,66590649
3600	18,7	36	0,002333333	11682,28649	0,63466049
4200	18,7	34,6	0,002250000	11682,28649	0,60490441
4800	18,7	33,3	0,002000000	11682,28649	0,62487767
5400	18,8	32,2	0,001833333	11682,28649	0,62565585
6000	18,7	31,1	0,001666667	11682,28649	0,63686163
6600	18,7	30,2	0,001500000	11682,28649	0,65626422
7200	18,8	29,3	0,001416667	11682,28649	0,6344447
7800	18,8	28,5	0,001250000	11682,28649	0,66425353
8400	18,7	27,8	0,001250000	11682,28649	0,62316568

Média Rt\*: 0,61581248

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,1	45,5			
600	19,1	43,1	0,003666667	11682,28649	0,56028882
1200	19,1	41,1	0,003166667	11682,28649	0,59469252
1800	19,3	39,3	0,002916667	11682,28649	0,58696924
2400	19,4	37,6	0,002583333	11682,28649	0,60306356
3000	19,2	36,2	0,002250000	11682,28649	0,64675315
3600	19,1	34,9	0,002166667	11682,28649	0,62421921
4200	19	33,6	0,001916667	11682,28649	0,65204627
4800	19	32,6	0,001833333	11682,28649	0,634994
5400	18,9	31,4	0,001750000	11682,28649	0,61142629
6000	18,9	30,5	0,001500000	11682,28649	0,66197087
6600	18,9	29,6	0,001333333	11682,28649	0,68693744
7200	18,9	28,9	0,024666667	11682,28649	0,03470257

Média Rt\*: 0,60786962

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,4	45,6			
600	19,3	43,3	0,003416667	11682,28649	0,60128557
1200	19,2	41,5	0,003083333	11682,28649	0,61909391
1800	19,2	39,6	0,003000000	11682,28649	0,58207783
2400	19,1	37,9	0,002583333	11682,28649	0,62294478
3000	19,1	36,5	0,002166667	11682,28649	0,68743129
3600	19,1	35,3	0,002000000	11682,28649	0,69335742
4200	19	34,1	0,001916667	11682,28649	0,67437662
4800	19	33	0,001833333	11682,28649	0,65367029
5400	19	31,9	0,001666667	11682,28649	0,66254153
6000	19	31	0,001416667	11682,28649	0,72507965
6600	19	30,2	0,025833333	11682,28649	0,0371116

Média Rt\*: 0,62788695

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,4	45,6			
600	19,3	43,2	0,003916667	11682,28649	0,52234018
1200	19,2	40,9	0,003500000	11682,28649	0,53071802
1800	19,2	39	0,003083333	11682,28649	0,54968876
2400	19,1	37,2	0,002666667	11682,28649	0,58100784
3000	19,1	35,8	0,002333333	11682,28649	0,61264915
3600	19,1	34,4	0,002166667	11682,28649	0,60446544
4200	19	33,2	0,002000000	11682,28649	0,60775774
4800	19	32	0,001833333	11682,28649	0,60697956
5400	19	31	0,001583333	11682,28649	0,64875548
6000	19	30,1	0,001583333	11682,28649	0,60009882
6600	19	29,1	0,025083333	11682,28649	0,03446738

Média Rt\*: 0,56851594

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	21,8	51,5			
600	21	48,5	0,004500000	11682,28649	0,52310916
1200	21	46,1	0,003916667	11682,28649	0,54856647
1800	20,7	43,8	0,003583333	11682,28649	0,55181934
2400	20,4	41,8	0,003000000	11682,28649	0,61061106
3000	20,2	40,2	0,002666667	11682,28649	0,64199761
3600	20	38,6	0,002500000	11682,28649	0,63686163
4200	19,8	37,2	0,002333333	11682,28649	0,63832905
4800	19,7	35,8	0,002166667	11682,28649	0,63607148
5400	19,6	34,6	0,001833333	11682,28649	0,70036103
6000	19,3	33,6	0,001750000	11682,28649	0,69947168
6600	19,5	32,5	0,028000000	11682,28649	0,03974271

Média Rt\*: 0,58824862



Ensaio: Camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	17,1	51,1			
600	17,1	47,6	0,005250000	11682,28649	0,49729339
1200	17,2	44,8	0,004500000	11682,28649	0,52501138
1800	17,1	42,2	0,003916667	11682,28649	0,54856647
2400	17,1	40,1	0,003500000	11682,28649	0,56251219
3000	17,1	38	0,003166667	11682,28649	0,5649579
3600	17,1	36,3	0,002666667	11682,28649	0,61631771
4200	17,2	34,8	0,002500000	11682,28649	0,60262176
4800	17,1	33,3	0,002250000	11682,28649	0,61631771
5400	17,2	32,1	0,002083333	11682,28649	0,61220892
6000	17,2	30,8	0,001833333	11682,28649	0,634994
6600	17,2	29,9	0,025666667	11682,28649	0,04235517

Média Rt\*: 0,55026198

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Sem Tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	17,7	51,7			
600	18,9	50	0,00266667	11682,28649	0,99830628
1200	19,4	48,5	0,00258333	11682,28649	0,96423899
1800	19,1	46,9	0,00241667	11682,28649	0,98469151
2400	18,6	45,6	0,00208333	11682,28649	1,10937187
3000	17,6	44,4	0,00216667	11682,28649	1,05880221
3600	18,4	43	0,00216667	11682,28649	0,97188561
4200	19	41,8	0,00191667	11682,28649	1,01826403
4800	18,9	40,7	0,00175000	11682,28649	1,06632746
5400	17,8	39,7	0,00183333	11682,28649	1,0225271
6000	17,7	38,5	0,00183333	11682,28649	0,97116729
6600	18,6	37,5	0,00166667	11682,28649	0,97070039
7200	18,9	36,5	0,00150000	11682,28649	1,00436959
7800	18,5	35,7	0,00141667	11682,28649	1,03928084
8400	17,4	34,8	0,02975000	11682,28649	0,05006502

Média Rt\*: 1,02927614

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã Natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,7	56,1			
600	18,6	54,9	0,002000000	11682,28649	1,55363421
1200	18,6	53,7	0,001833333	11682,28649	1,63884481
1800	18,6	52,7	0,001750000	11682,28649	1,66797093
2400	18,5	51,6	0,001833333	11682,28649	1,54546334
3000	18,5	50,5	0,001666667	11682,28649	1,64351388
3600	18,5	49,6	0,001666667	11682,28649	1,59729005
4200	18,5	48,5	0,001666667	11682,28649	1,54079426
4800	18,4	47,6	0,001500000	11682,28649	1,66634046
5400	18,4	46,7	0,001416667	11682,28649	1,70997952
6000	18,4	45,9	0,001416667	11682,28649	1,66164087
6600	18,4	45	0,001416667	11682,28649	1,6072599
7200	18,4	44,2	0,001333333	11682,28649	1,65635383
7800	18,4	43,4	0,001333333	11682,28649	1,60499402
8400	18,5	42,6	0,036166667	11682,28649	0,05704016

Média Rt\*: 1,62394824

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,7	55,7			
600	18,6	54,8	0,001750000	11682,28649	1,77069055
1200	18,6	53,6	0,001833333	11682,28649	1,63417573
1800	18,6	52,6	0,001583333	11682,28649	1,83814052
2400	18,5	51,7	0,001666667	11682,28649	1,70514565
3000	18,5	50,6	0,001666667	11682,28649	1,64864986
3600	18,5	49,7	0,001666667	11682,28649	1,60242603
4200	18,5	48,6	0,001583333	11682,28649	1,62729499
4800	18,4	47,8	0,001500000	11682,28649	1,67775375
5400	18,4	46,8	0,001583333	11682,28649	1,53538797
6000	18,4	45,9	0,001250000	11682,28649	1,88319299
6600	18,4	45,3	0,001250000	11682,28649	1,84210514
7200	18,4	44,4	0,001250000	11682,28649	1,78047337
7800	18,4	43,8	0,001250000	11682,28649	1,73938552
8400	18,5	42,9	0,036500000	11682,28649	0,05722228
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 1,70652794

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,3	52,3			
600	18,5	51	0,002000000	11682,28649	1,39099482
1200	18,7	49,9	0,001833333	11682,28649	1,45675094
1800	18,6	48,8	0,001916667	11682,28649	1,34875324
2400	18,7	47,6	0,001833333	11682,28649	1,34936225
3000	18,6	46,6	0,001750000	11682,28649	1,3695949
3600	18,7	45,5	0,001666667	11682,28649	1,37644287
4200	18,7	44,6	0,001416667	11682,28649	1,56496358
4800	18,7	43,8	0,001416667	11682,28649	1,51662494
5400	18,8	42,9	0,001416667	11682,28649	1,45620164
6000	18,7	42,1	0,001416667	11682,28649	1,41390532
6600	18,7	41,2	0,001416667	11682,28649	1,35952435
7200	18,8	40,4	0,001250000	11682,28649	1,47916249
7800	18,8	39,7	0,001166667	11682,28649	1,53345715
8400	18,7	39	0,001166667	11682,28649	1,48943445
9000	18,8	38,3		11682,28649	

Média Rt\*: 1,38111533

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,1	51,9			
600	19,1	50,9	0,001750000	11682,28649	1,55546849
1200	19,1	49,8	0,001916667	11682,28649	1,37108359
1800	19,3	48,6	0,001750000	11682,28649	1,43318323
2400	19,4	47,7	0,001583333	11682,28649	1,52998167
3000	19,2	46,7	0,001583333	11682,28649	1,48673131
3600	19,1	45,8	0,001583333	11682,28649	1,44348094
4200	19	44,8	0,001583333	11682,28649	1,39482428
4800	19	43,9	0,001416667	11682,28649	1,50454028
5400	18,9	43,1	0,001333333	11682,28649	1,55363421
6000	18,9	42,3	0,001416667	11682,28649	1,41390532
6600	18,9	41,4	0,001333333	11682,28649	1,44449462
7200	18,9	40,7	0,034500000	11682,28649	0,05408907

Média Rt\*: 1,45524495

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,4	53			
600	19,3	51,9	0,001916667	11682,28649	1,45593893
1200	19,2	50,7	0,001916667	11682,28649	1,40681215
1800	19,2	49,6	0,001666667	11682,28649	1,56133819
2400	19,1	48,7	0,001666667	11682,28649	1,52025034
3000	19,1	47,6	0,001666667	11682,28649	1,46375455
3600	19,1	46,7	0,001583333	11682,28649	1,4921376
4200	19	45,7	0,001500000	11682,28649	1,52367433
4800	19	44,9	0,001333333	11682,28649	1,66277381
5400	19	44,1	0,001333333	11682,28649	1,611414
6000	19	43,3	0,001333333	11682,28649	1,56005419
6600	19	42,5	0,036083333	11682,28649	0,05574852

Média Rt\*: 1,48803881

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,4	52,9			
600	19,3	51,8	0,001750000	11682,28649	1,58970837
1200	19,2	50,8	0,001583333	11682,28649	1,70838943
1800	19,2	49,9	0,001666667	11682,28649	1,57674613
2400	19,1	48,8	0,001833333	11682,28649	1,38671484
3000	19,1	47,7	0,001666667	11682,28649	1,46889053
3600	19,1	46,8	0,001416667	11682,28649	1,67372553
4200	19	46	0,001500000	11682,28649	1,54079426
4800	19	45	0,001500000	11682,28649	1,48372781
5400	19	44,2	0,001333333	11682,28649	1,61783398
6000	19	43,4	0,001333333	11682,28649	1,56647417
6600	19	42,6	0,036166667	11682,28649	0,05585675

Média Rt\*: 1,53518523



Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	21,8	60,3			
600	21	58,8	0,002416667	11682,28649	1,33889708
1200	21	57,4	0,002166667	11682,28649	1,43807465
1800	20,7	56,2	0,002000000	11682,28649	1,51939434
2400	20,4	55	0,002000000	11682,28649	1,48087449
3000	20,2	53,8	0,001750000	11682,28649	1,64351388
3600	20	52,9	0,001583333	11682,28649	1,77867127
4200	19,8	51,9	0,001666667	11682,28649	1,64864986
4800	19,7	50,9	0,001666667	11682,28649	1,60242603
5400	19,6	49,9	0,001666667	11682,28649	1,55620221
6000	19,3	48,9	0,001583333	11682,28649	1,60026352
6600	19,5	48	0,040750000	11682,28649	0,05986726

Média Rt\*: 1,52046434

Ensaio: Camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	17,1	57,3			
600	17,1	55,7	0,002583333	11682,28649	1,27902491
1200	17,2	54,2	0,002333333	11682,28649	1,35736637
1800	17,1	52,9	0,002166667	11682,28649	1,41437012
2400	17,1	51,6	0,002166667	11682,28649	1,36301031
3000	17,1	50,3	0,002000000	11682,28649	1,42095471
3600	17,1	49,2	0,001750000	11682,28649	1,57014272
4200	17,2	48,2	0,001833333	11682,28649	1,44741279
4800	17,1	47	0,001916667	11682,28649	1,33535503
5400	17,2	45,9	0,001750000	11682,28649	1,40383477
6000	17,2	44,9	0,001583333	11682,28649	1,4975439
6600	17,2	44	0,037416667	11682,28649	0,06131149

Média Rt\*: 1,38892538

Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	22,8	47,3			
600	24,1	43,4	0,006083333	11682,28649	0,27157378
1200	25,6	40	0,004833333	11682,28649	0,25502802
1800	25,4	37,6	0,003833333	11682,28649	0,27243029
2400	24	35,4	0,003333333	11682,28649	0,29275091
3000	23,6	33,6	0,002833333	11682,28649	0,30211652
3600	24,4	32	0,002500000	11682,28649	0,26022303
4200	25,6	30,6	0,002083333	11682,28649	0,20543924
4800	25,7	29,5	0,001916667	11682,28649	0,16971067
5400	24	28,3	0,001833333	11682,28649	0,20077016
6000	23,8	27,3	0,001500000	11682,28649	0,19973259
6600	24,6	26,5	0,022750000	11682,28649	0,00714898

Média Rt\*: 0,28058143

Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Lã Natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	27,3	43,5			
600	28,5	41,6	0,003000000	11682,28649	0,37378527
1200	29	39,9	0,002583333	11682,28649	0,36117543
1800	29,6	38,5	0,002166667	11682,28649	0,35161715
2400	29,5	37,3	0,001916667	11682,28649	0,34835349
3000	29,2	36,2	0,001666667	11682,28649	0,35951866
3600	29,1	35,3	0,001500000	11682,28649	0,35381202
4200	28,6	34,4	0,001333333	11682,28649	0,37235861
4800	28,9	33,7	0,001083333	11682,28649	0,37927243
5400	29,3	33,1	0,000916667	11682,28649	0,35484959
6000	29,1	32,6	0,000916667	11682,28649	0,32683515
6600	28,9	32	0,000666667	11682,28649	0,39803852
7200	29,1	31,8	0,000666667	11682,28649	0,34667871
7800	29,4	31,2	0,026500000	11682,28649	0,00581432

Média Rt\*: 0,35516618

Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	25,2	44,3			
600	26,3	42,1	0,003416667	11682,28649	0,39584633
1200	26,6	40,2	0,003000000	11682,28649	0,38805189
1800	25,4	38,5	0,002500000	11682,28649	0,44854233
2400	27	37,2	0,002166667	11682,28649	0,40297696
3000	26,7	35,9	0,002083333	11682,28649	0,37800819
3600	26,4	34,7	0,001666667	11682,28649	0,42628641
4200	26,3	33,9	0,001500000	11682,28649	0,43370505
4800	26,5	32,9	0,001666667	11682,28649	0,32870278
5400	26,4	31,9	0,001250000	11682,28649	0,3766386
6000	26,9	31,4	0,001250000	11682,28649	0,30815885
6600	26,4	30,4	0,001333333	11682,28649	0,25679904
7200	27,2	29,8	0,000750000	11682,28649	0,29674556
7800	25,9	29,5	0,000666667	11682,28649	0,46223828
8400	26,7	29	0,000750000	11682,28649	0,26250569

Média Rt\*: 0,40439484

Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	25,7	35,5			
600	26,1	33,7	0,003083333	11682,28649	0,21099165
1200	26	31,8	0,002583333	11682,28649	0,19218509
1800	25,9	30,6	0,002000000	11682,28649	0,20115925
2400	25,7	29,4	0,001750000	11682,28649	0,18098218
3000	25,9	28,5	0,001500000	11682,28649	0,14837278
3600	25,8	27,6	0,001416667	11682,28649	0,10876195
4200	26	26,8	0,001250000	11682,28649	0,0547838
4800	25,8	26,1	0,000916667	11682,28649	0,02801444
5400	26,2	25,7	0,000833333	11682,28649	-0,05135981
6000	26,3	25,1	0,000750000	11682,28649	-0,13695949
6600	25,8	24,8	0,000333333	11682,28649	-0,25679904
7200	24,9	24,7	0,000583333	11682,28649	-0,02934846

Média Rt\*: 0,18067483

Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	28	40,5			
600	29,1	37,8	0,00391666667	11682,28649	0,19014057
1200	29,9	35,8	0,00308333333	11682,28649	0,16379615
1800	29,5	34,1	0,00266666667	11682,28649	0,14765945
2400	29,4	32,6	0,00233333333	11682,28649	0,11739385
3000	28,9	31,3	0,00183333333	11682,28649	0,11205776
3600	30,1	30,4	0,0015	11682,28649	0,01711994
4200	29,7	29,5	0,0015	11682,28649	-0,01141329
4800	29,6	28,6	0,00116666667	11682,28649	-0,07337116
5400	29,7	28,1	0,00091666667	11682,28649	-0,14941035
6000	29,5	27,5	0,00083333333	11682,28649	-0,20543924
6600	29,4	27,1	0,00066666667	11682,28649	-0,2953189
7200	30,1	26,7	0,00066666667	11682,28649	-0,43655837
7800	29,6	26,3	0,00058333333	11682,28649	-0,48424963
8400	29,5	26	0,02191666667	11682,28649	-0,01366991
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 0,1352268

Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	24,3	41,7			
600	26	39,2	0,004000000	11682,28649	0,28247895
1200	25,7	36,9	0,003166667	11682,28649	0,30275256
1800	24,8	35,4	0,002500000	11682,28649	0,36294265
2400	25,3	33,9	0,002250000	11682,28649	0,327181
3000	25,4	32,7	0,001750000	11682,28649	0,35707296
3600	26	31,8	0,001416667	11682,28649	0,35045517
4200	25,4	31	0,001333333	11682,28649	0,35951866
4800	24,6	30,2	0,001250000	11682,28649	0,38348657
5400	24,4	29,5	0,001000000	11682,28649	0,43655837
6000	25,6	29	0,000750000	11682,28649	0,38805189
6600	26,1	28,6	0,000750000	11682,28649	0,28533227
7200	25,2	28,1	0,000666667	11682,28649	0,37235861
7800	25,3	27,8	0,000583333	11682,28649	0,36685578
8400	26,2	27,4	0,000333333	11682,28649	0,30815885

Média Rt\*: 0,33748729



Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	24,2	41			
600	25,3	38,2	0,004166667	11682,28649	0,26501661
1200	26,1	36	0,003250000	11682,28649	0,2607498
1800	26,4	34,3	0,002750000	11682,28649	0,24590454
2400	25,8	32,7	0,002333333	11682,28649	0,25313049
3000	26	31,5	0,001833333	11682,28649	0,25679904
3600	26,2	30,5	0,001500000	11682,28649	0,24538575
4200	25,9	29,7	0,001416667	11682,28649	0,22960856
4800	26	28,8	0,001166667	11682,28649	0,20543924
5400	25,2	28,3	0,000916667	11682,28649	0,28948256
6000	26,2	27,7	0,000833333	11682,28649	0,15407943
6600	26,4	27,3	0,000666667	11682,28649	0,11555957
7200	25,7	26,9	0,022750000	11682,28649	0,00451515

Média Rt\*: 0,25414597

Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	26,8	40,9			
600	26,9	38,8	0,00316666667	11682,28649	0,32167459
1200	25,4	37,1	0,00283333333	11682,28649	0,35347633
1800	25,7	35,4	0,00258333333	11682,28649	0,321413
2400	25,5	34	0,00233333333	11682,28649	0,31182741
3000	27	32,6	0,002	11682,28649	0,23967911
3600	27,6	31,6	0,00158333333	11682,28649	0,21625183
4200	27,3	30,7	0,00125	11682,28649	0,23283113
4800	27,4	30,1	0,001	11682,28649	0,23111914
5400	27	29,5	0,00091666667	11682,28649	0,23345368
6000	26,1	29	0,00125	11682,28649	0,19859126
6600	25,7	28	0,02416666667	11682,28649	0,00814673

Média Rt\*: 0,30659896

Ensaio: Radiação

Jarro: Poroso

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	28,7	42,7			
600	30,6	39,6	0,004583333	11682,28649	0,16808665
1200	31,1	37,2	0,003666667	11682,28649	0,14240674
1800	31,4	35,2	0,003166667	11682,28649	0,10271962
2400	30,9	33,4	0,002333333	11682,28649	0,09171394
3000	30,9	32,4	0,001833333	11682,28649	0,0700361
3600	30,4	31,2	0,002166667	11682,28649	0,03160604
4200	31,5	29,8	0,002000000	11682,28649	-0,07275973
4800	31	28,8	0,001333333	11682,28649	-0,14123947
5400	31	28,2	0,001000000	11682,28649	-0,23967911
6000	30,8	27,6	0,000583333	11682,28649	-0,46957539
6600	30,3	27,5	0,000666667	11682,28649	-0,35951866
7200	30,6	26,8	0,001083333	11682,28649	-0,30025734
7800	31,3	26,2	0,022333333	11682,28649	-0,01954739

Média Rt\*: 0,101719101

Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	22,8	55,4			
600	24,1	54,3	0,002250000	11682,28649	1,14893794
1200	25,6	52,7	0,001666667	11682,28649	1,39185082
1800	25,4	52,3	0,001083333	11682,28649	2,12550593
2400	24	51,4	0,001583333	11682,28649	1,48132501
3000	23,6	50,4	0,001000000	11682,28649	2,29407146
3600	24,4	50,2	0,000916667	11682,28649	2,40924194
4200	25,6	49,3	0,001250000	11682,28649	1,62296996
4800	25,7	48,7	0,000583333	11682,28649	3,37507315
5400	24	48,6	0,000916667	11682,28649	2,29718417
6000	23,8	47,6	0,000833333	11682,28649	2,4447269
6600	24,6	47,6	0,039666667	11682,28649	0,04963343

Média Rt\*: 1,8231883

Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã Natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	27,3	48			
600	28,5	47,5	0,000666667	11682,28649	2,43959092
1200	29	47,2	0,000666667	11682,28649	2,3368713
1800	29,6	46,7	0,000666667	11682,28649	2,19563182
2400	29,5	46,4	0,000416667	11682,28649	3,47192307
3000	29,2	46,2	0,000500000	11682,28649	2,91038916
3600	29,1	45,8	0,000666667	11682,28649	2,14427202
4200	28,6	45,4	0,000416667	11682,28649	3,45137915
4800	28,9	45,3	0,000416667	11682,28649	3,36920345
5400	29,3	44,9	0,000416667	11682,28649	3,20485207
6000	29,1	44,8	0,000250000	11682,28649	5,37565998
6600	28,9	44,6	0,000500000	11682,28649	2,68782999
7200	29,1	44,2	0,000500000	11682,28649	2,58511037
7800	29,4	44	0,036833333	11682,28649	0,03393001

Média Rt\*: 2,72870384

Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	25,2	50,1			
600	26,3	49,5	0,000916667	11682,28649	2,16645011
1200	26,6	49	0,000833333	11682,28649	2,30091943
1800	25,4	48,5	0,000750000	11682,28649	2,63647018
2400	27	48,1	0,000666667	11682,28649	2,70922991
3000	26,7	47,7	0,000833333	11682,28649	2,15711197
3600	26,4	47,1	0,000666667	11682,28649	2,6578701
4200	26,3	46,9	0,000583333	11682,28649	3,0228916
4800	26,5	46,4	0,000666667	11682,28649	2,55515049
5400	26,4	46,1	0,000500000	11682,28649	3,37262744
6000	26,9	45,8	0,000583333	11682,28649	2,77342967
6600	26,4	45,4	0,000583333	11682,28649	2,7881039
7200	27,2	45,1	0,000583333	11682,28649	2,62668736
7800	25,9	44,7	0,000583333	11682,28649	2,75875544
8400	26,7	44,4	0,000416667	11682,28649	3,63627446
9000	26,1	44,2		11682,28649	

Média Rt\*: 2,45093287

Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	25,7	46,1			
600	26,1	45,4	0,0010833333	11682,28649	1,52499124
1200	26	44,8	0,0011666667	11682,28649	1,37937772
1800	25,9	44	0,0011666667	11682,28649	1,32801791
2400	25,7	43,4	0,0008333333	11682,28649	1,81813723
3000	25,9	43	0,0008333333	11682,28649	1,75650546
3600	25,8	42,4	0,0009166667	11682,28649	1,55013241
4200	26	41,9	0,0007500000	11682,28649	1,81471324
4800	25,8	41,5	0,0007500000	11682,28649	1,79188666
5400	26,2	41	0,0006666667	11682,28649	1,90031292
6000	26,3	40,7	0,0005833333	11682,28649	2,11308927
6600	25,8	40,3	0,0005000000	11682,28649	2,48239076
7200	24,9	40,1	0,0005833333	11682,28649	2,23048312
7800	25,5	39,6	0,0005833333	11682,28649	2,06906658
8400	25,8	39,4	0,0004166667	11682,28649	2,7939736
9000	25	39,1		11682,28649	

Média Rt\*: 1,57050958

Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	28	50,4			
600	29,1	49,7	0,001500000	11682,28649	1,17556896
1200	29,9	48,6	0,001333333	11682,28649	1,20053553
1800	29,5	48,1	0,000833333	11682,28649	1,91058489
2400	29,4	47,6	0,000833333	11682,28649	1,86949704
3000	28,9	47,1	0,001166667	11682,28649	1,33535503
3600	30,1	46,2	0,001000000	11682,28649	1,37815487
4200	29,7	45,9	0,000583333	11682,28649	2,37722543
4800	29,6	45,5	0,000916667	11682,28649	1,48476538
5400	29,7	44,8	0,000916667	11682,28649	1,4100602
6000	29,5	44,4	0,000583333	11682,28649	2,18646043
6600	29,4	44,1	0,000833333	11682,28649	1,50997838
7200	30,1	43,4	0,000833333	11682,28649	1,36617091
7800	29,6	43,1	0,000333333	11682,28649	3,46678709
8400	29,5	43	0,035916667	11682,28649	0,03217436
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 1,57899312



Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	24,3	45,4			
600	26	44,7	0,001000000	11682,28649	1,60071404
1200	25,7	44,2	0,000750000	11682,28649	2,1114588
1800	24,8	43,8	0,000666667	11682,28649	2,43959092
2400	25,3	43,4	0,000833333	11682,28649	1,85922508
3000	25,4	42,8	0,000750000	11682,28649	1,98591261
3600	26	42,5	0,000666667	11682,28649	2,11859211
4200	25,4	42	0,000666667	11682,28649	2,13143206
4800	24,6	41,7	0,000500000	11682,28649	2,9275091
5400	24,4	41,4	0,000583333	11682,28649	2,49461928
6000	25,6	41	0,000583333	11682,28649	2,25983159
6600	26,1	40,7	0,000416667	11682,28649	2,99941283
7200	25,2	40,5	0,000333333	11682,28649	3,92902537
7800	25,3	40,3	0,000333333	11682,28649	3,85198566
8400	26,2	40,1	0,000416667	11682,28649	2,85560537

Média Rt\*: 2,09904685

Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	DT/Dt (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	24,2	47,9			
600	25,3	47,2	0,00108333	11682,28649	1,73043048
1200	26,1	46,6	0,00108333	11682,28649	1,61980935
1800	26,4	45,9	0,00108333	11682,28649	1,54079426
2400	25,8	45,3	0,00091667	11682,28649	1,82093867
3000	26	44,8	0,00091667	11682,28649	1,75557164
3600	26,2	44,2	0,00100000	11682,28649	1,54079426
4200	25,9	43,6	0,00083333	11682,28649	1,81813723
4800	26	43,2	0,00075000	11682,28649	1,96308602
5400	25,2	42,7	0,00083333	11682,28649	1,79759331
6000	26,2	42,2	0,00066667	11682,28649	2,05439235
6600	26,4	41,9	0,00050000	11682,28649	2,65359012
7200	25,7	41,6	0,03491667	11682,28649	0,03897952

Média Rt\*: 1,68427848

Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	26,8	48,3			
600	26,9	48,7	-0,000250000	11682,28649	-7,46429221
1200	25,4	48,6	0,000250000	11682,28649	7,94365042
1800	25,7	48,4	0,000500000	11682,28649	3,88622553
2400	25,5	48	0,000750000	11682,28649	2,56799044
3000	27	47,5	0,000666667	11682,28649	2,6321902
3600	27,6	47,2	0,000500000	11682,28649	3,35550751
4200	27,3	46,9	0,000500000	11682,28649	3,35550751
4800	27,4	46,6	0,000500000	11682,28649	3,28702776
5400	27	46,3	0,000583333	11682,28649	2,8321266
6000	26,1	45,9	0,000833333	11682,28649	2,03384843
6600	25,7	45,3	0,038250000	11682,28649	0,04386284

Média Rt\*: 4,25751415

Ensaio: Radiação

Jarro: Glasurado

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	28,7	49,6			
600	30,6	49,4	0,000583333	11682,28649	2,75875544
1200	31,1	48,9	0,000750000	11682,28649	2,03156577
1800	31,4	48,5	0,000750000	11682,28649	1,95167273
2400	30,9	48	0,000750000	11682,28649	1,95167273
3000	30,9	47,6	0,000583333	11682,28649	2,45059659
3600	30,4	47,3	0,000916667	11682,28649	1,57814685
4200	31,5	46,5	0,001083333	11682,28649	1,18522636
4800	31	46	0,000916667	11682,28649	1,40072206
5400	31	45,4	0,000583333	11682,28649	2,11308927
6000	30,8	45,3	0,000250000	11682,28649	4,96478151
6600	30,3	45,1	0,000666667	11682,28649	1,90031292
7200	30,6	44,5	0,000916667	11682,28649	1,29800244
7800	31,3	44	0,037083333	11682,28649	0,02931549
8400			0,036666667	11682,28649	0
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 2,09637696

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	27,6	47,1			
600	28	43,3	0,005583333	<b>11682,28649</b>	<b>0,23456868</b>
1200	27,4	40,4	0,004500000	11682,28649	0,24728797
1800	27,4	37,9	0,003583333	11682,28649	0,25082697
2400	28,1	36,1	0,002833333	11682,28649	0,24169322
3000	28,2	34,5	0,002416667	11682,28649	0,22314951
3600	27,7	33,2	0,002000000	11682,28649	0,23539912
4200	28,5	32,1	0,001666667	11682,28649	0,18489531
4800	28,7	31,2	0,001416667	11682,28649	0,15105826
5400	28,5	30,4	0,001250000	11682,28649	0,13011152
6000	28,1	29,7	0,001000000	11682,28649	0,13695949
6600	28,6	29,2	0,024750000	11682,28649	0,00207514
7200			0,024333333	11682,28649	0

Média Rt\*: 0,24073942

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Lã natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total	Lã natural
0	26,1	50				
600	27,6	48,3	0,00250000	11682,28649	0,70876536	Lã natural
1200	27,5	47	0,00225000	11682,28649	0,7418639	
1800	27,7	45,6	0,00200000	11682,28649	0,76611715	
2400	27,5	44,6	0,00200000	11682,28649	0,73187727	
3000	28,1	43,2	0,00191667	11682,28649	0,67437662	
3600	27,2	42,3	0,00133333	11682,28649	0,96941639	
4200	26,5	41,6	0,00150000	11682,28649	0,86170346	
4800	27,7	40,5	0,00150000	11682,28649	0,73045061	
5400	27,2	39,8	0,00125000	11682,28649	0,86284479	
6000	27,6	39	0,00091667	11682,28649	1,06454876	
6600	26,8	38,7	0,00075000	11682,28649	1,35818161	
7200	30,3	38,1	0,00091667	11682,28649	0,72837547	
7800	27,5	37,6	0,03175000	11682,28649	0,02723013	
8400			0,03133333	11682,28649	0	

Média Rt\*: 0,72855874

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	26,1	50			
600	27,6	48,3	0,002500000	11682,28649	0,70876536
1200	27,5	47	0,002250000	11682,28649	0,7418639
1800	27,7	45,6	0,002000000	11682,28649	0,76611715
2400	27,5	44,6	0,002000000	11682,28649	0,73187727
3000	28,1	43,2	0,001916667	11682,28649	0,67437662
3600	27,2	42,3	0,001333333	11682,28649	0,96941639
4200	26,5	41,6	0,001500000	11682,28649	0,86170346
4800	27,7	40,5	0,001500000	11682,28649	0,73045061
5400	27,2	39,8	0,001250000	11682,28649	0,86284479
6000	27,6	39	0,000916667	11682,28649	1,06454876
6600	26,8	38,7	0,000750000	11682,28649	1,35818161
7200	30,3	38,1	0,000916667	11682,28649	0,72837547
7800	27,5	37,6	0,031750000	11682,28649	0,02723013

Média Rt\*: 0,55144284

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	28,6	54,7			
600	30	53,7	0,00208333	11682,28649	0,97378197
1200	29,3	52,2	0,00241667	11682,28649	0,81113077
1800	30,3	50,8	0,00225000	11682,28649	0,77990821
2400	29,7	49,5	0,00250000	11682,28649	0,67794948
3000	30,7	47,8	0,00216667	11682,28649	0,67557902
3600	29,7	46,9	0,00166667	11682,28649	0,88338871
4200	28,7	45,8	0,00166667	11682,28649	0,87825273
4800	29,8	44,9	0,00141667	11682,28649	0,9123919
5400	29,6	44,1	0,00141667	11682,28649	0,87613791
6000	29,4	43,2	0,00141667	11682,28649	0,8338416
6600	28,1	42,4	0,00100000	11682,28649	1,22407544
7200	27,6	42	0,03533333	11682,28649	0,03488591

Média Rt\*: 0,736141867



Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	27,9	44,1			
600	30,2	42,9	0,00183333	11682,28649	0,5929723375
1200	29,4	41,9	0,00166667	11682,28649	0,6419976095
1800	28,7	40,9	0,00183333	11682,28649	0,5696269699
2400	29,4	39,7	0,00166667	11682,28649	0,5290060302
3000	28,4	38,9	0,00158333	11682,28649	0,5676610442
3600	29,2	37,8	0,00208333	11682,28649	0,3533554843
4200	30,4	36,4	0,00175000	11682,28649	0,2934846215
4800	30,6	35,7	0,00100000	11682,28649	0,4365583745
5400	30	35,2	0,00066667	11682,28649	0,6676775139
6000	28,5	34,9	0,00100000	11682,28649	0,5478379601
6600	31,2	34	0,00125000	11682,28649	0,191743286
7200	30,9	33,4	0,02833333	11682,28649	0,0075529131

Média Rt\*: 0,5770729134

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	31,6	48,2			
600	31,4	46	0,003250000	11682,28649	0,38454011
1200	31,6	44,3	0,002750000	11682,28649	0,39531489
1800	31,6	42,7	0,002500000	11682,28649	0,38006258
2400	30,7	41,3	0,002250000	11682,28649	0,40326961
3000	30,8	40	0,001916667	11682,28649	0,41087847
3600	32	39	0,001666667	11682,28649	0,35951866
4200	31,1	38	0,001500000	11682,28649	0,39375853
4800	30,6	37,2	0,001333333	11682,28649	0,42371842
5400	29,1	36,4	0,001333333	11682,28649	0,46865825
6000	29,9	35,6	0,001250000	11682,28649	0,39033455
6600	32,1	34,9	0,001000000	11682,28649	0,23967911
7200	32,1	34,4	0,001083333	11682,28649	0,18173471
7800	32,5	33,6	0,001000000	11682,28649	0,09415965
8400	32,4	33,2	0,000750000	11682,28649	0,09130633

Média Rt\*: 0,39738139

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	26,2	53,1			
600	29	50,2	0,004500000	11682,28649	0,40326961
1200	27	47,7	0,003750000	11682,28649	0,47251024
1800	28,7	45,7	0,003166667	11682,28649	0,45953513
2400	28,9	43,9	0,002750000	11682,28649	0,46690735
3000	27,5	42,4	0,002416667	11682,28649	0,52776631
3600	28,3	41	0,002166667	11682,28649	0,50174582
4200	29,9	39,8	0,001916667	11682,28649	0,44214096
4800	27,4	38,7	0,001666667	11682,28649	0,58036584
5400	31,4	37,8	0,001500000	11682,28649	0,36522531
6000	31,5	36,9	0,001333333	11682,28649	0,34667871
6600	31,8	36,2	0,001166667	11682,28649	0,32283308
7200	29,1	35,5	0,001083333	11682,28649	0,50569658
7800	27,6	34,9	0,001166667	11682,28649	0,53560943
8400	27,4	34,1	0,029083333	11682,28649	0,01971981
9000				11682,28649	

Média Rt\*: 0,48167976

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	26,6	54,1			
600	26,3	51,2	0,00458333	11682,28649	0,46503972
1200	26,2	48,6	0,00400000	11682,28649	0,47935822
1800	26,8	46,4	0,00333333	11682,28649	0,50332613
2400	27,3	44,6	0,00291667	11682,28649	0,5077284
3000	28,4	42,9	0,00258333	11682,28649	0,48046273
3600	28,2	41,5	0,00233333	11682,28649	0,48791818
4200	31,7	40,1	0,00200000	11682,28649	0,35951866
4800	33,3	39,1	0,00150000	11682,28649	0,33098543
5400	30,5	38,3	0,00141667	11682,28649	0,47130177
6000	30,5	37,4	0,00141667	11682,28649	0,4169208
6600	30,6	36,6	0,00108333	11682,28649	0,47409054
7200	31,3	36,1	0,00091667	11682,28649	0,44823106
7800	31,4	35,5	0,00091667	11682,28649	0,38286403
8400	33,2	35	0,00091667	11682,28649	0,16808665
9000	32,4	34,4		11682,28649	

Média Rt\*: 0,49271887

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	28,7	48			
600	28,7	45,5	0,003666667	11682,28649	0,39220218
1200	29,4	43,6	0,002916667	11682,28649	0,41674816
1800	31,3	42	0,002500000	11682,28649	0,36636664
2400	30,6	40,6	0,002250000	11682,28649	0,38044303
3000	30,1	39,3	0,001750000	11682,28649	0,45000975
3600	30,6	38,5	0,001333333	11682,28649	0,50717811
4200	31,6	37,7	0,001500000	11682,28649	0,34810537
4800	31,5	36,7	0,001666667	11682,28649	0,26707101
5400	31,1	35,7	0,001333333	11682,28649	0,2953189
6000	30,5	35,1	0,001083333	11682,28649	0,36346942
6600	31,5	34,4	0,001083333	11682,28649	0,22914376
7200	31,4	33,8	0,001000000	11682,28649	0,20543924
7800	29,9	33,2	0,001000000	11682,28649	0,28247895
8400	30,2	32,6	0,000833333	11682,28649	0,24652708
9000	30,5	32,2		11682,28649	

Média Rt\*: 0,40339189

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	27,6	53,1			
600	28	52,6	0,000333333	<b>11682,28649</b>	<b>6,31725648</b>
1200	27,4	52,7	0,000416667	11682,28649	5,19761265
1800	27,4	52,1	0,000416667	11682,28649	5,07434911
2400	28,1	52,2	0,000416667	11682,28649	4,95108556
3000	28,2	51,6	0,000750000	11682,28649	2,67071006
3600	27,7	51,3	0,000583333	11682,28649	3,46311853
4200	28,5	50,9	0,000750000	11682,28649	2,55657715
4800	28,7	50,4	0,000500000	11682,28649	3,71502617
5400	28,5	50,3	0,000666667	11682,28649	2,79910958
6000	28,1	49,6	0,000666667	11682,28649	2,76058972
6600	28,6	49,5	0,041333333	11682,28649	0,04328306

Média Rt\*: 4,47343934

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	26,1	54,7			
600	27,6	54,2	0,0008333	11682,28649	2,73234183
1200	27,5	53,7	0,0005833	11682,28649	3,84464854
1800	27,7	53,5	0,0005000	11682,28649	4,41694355
2400	27,5	53,1	0,0006667	11682,28649	3,28702776
3000	28,1	52,7	0,0005833	11682,28649	3,60986084
3600	27,2	52,4	0,0004167	11682,28649	5,17706872
4200	26,5	52,2	0,0005833	11682,28649	3,77127739
4800	27,7	51,7	0,0005833	11682,28649	3,52181546
5400	27,2	51,5	0,0003333	11682,28649	6,24021676
6000	27,6	51,3	0,0004167	11682,28649	4,86890987
6600	26,8	51	0,0005000	11682,28649	4,14302457
7200	30,3	50,7	0,0005000	11682,28649	3,492467
7800	27,5	50,4	0,0422500	11682,28649	0,04639604

Média Rt\*: 3,78962017

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	27,3	49,1			
600	28,4	49,3	0,000083333	11682,28649	21,4684001
1200	29,2	49	0,000250000	11682,28649	6,77949476
1800	29,2	49	0,000166667	11682,28649	10,1692421
2400	29,6	48,8	0,000166667	11682,28649	9,86108328
3000	29,5	48,8	0,000166667	11682,28649	9,91244309
3600	29,6	48,6	0,000333333	11682,28649	4,87918183
4200	29,2	48,4	0,000416667	11682,28649	3,94443331
4800	29,1	48,1	0,000583333	11682,28649	2,7881039
5400	29,3	47,7	0,000416667	11682,28649	3,78008192
6000	29,1	47,6	0,039750000	11682,28649	0,03983885

Média Rt\*: 9,18056582



Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	28,6	59,7			
600	30	58,8	0,00150000	11682,28649	1,64351388
1200	29,3	57,9	0,00141667	11682,28649	1,72810651
1800	30,3	57,1	0,00125000	11682,28649	1,83525717
2400	29,7	56,4	0,00133333	11682,28649	1,71413362
3000	30,7	55,5	0,00133333	11682,28649	1,59215407
3600	29,7	54,8	0,00125000	11682,28649	1,7188416
4200	28,7	54	0,00116667	11682,28649	1,85629023
4800	29,8	53,4	0,00108333	11682,28649	1,86475613
5400	29,6	52,7	0,00116667	11682,28649	1,69487369
6000	29,4	52	0,00100000	11682,28649	1,9345528
6600	28,1	51,5	0,00100000	11682,28649	2,00303254
7200	27,6	50,8	0,04291667	11682,28649	0,04627369

Média Rt\*: 1,71741284

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	27,9	49,6			
600	30,2	49,2	0,00041667	11682,28649	3,90334547
1200	29,4	49,1	0,00033333	11682,28649	5,05894116
1800	28,7	48,8	0,00058333	11682,28649	2,94952045
2400	29,4	48,4	0,00033333	11682,28649	4,87918183
3000	28,4	48,4	0,00025000	11682,28649	6,8479745
3600	29,2	48,1	0,00050000	11682,28649	3,23566795
4200	30,4	47,8	0,00041667	11682,28649	3,57464269
4800	30,6	47,6	0,00025000	11682,28649	5,82077833
5400	30	47,5	0,00025000	11682,28649	5,99197769
6000	28,5	47,3	0,00041667	11682,28649	3,86225762
6600	31,2	47	0,00025000	11682,28649	5,40989986
7200	30,9	47	0,03916667	11682,28649	0,03518693

Média Rt\*: 4,93390449

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	31,6	51,8			
600	31,4	51,4	0,00050000	11682,28649	3,42398725
1200	31,6	51,2	0,00050000	11682,28649	3,35550751
1800	31,6	50,8	0,00041667	11682,28649	3,94443331
2400	30,7	50,7	0,00041667	11682,28649	4,1087847
3000	30,8	50,3	0,00050000	11682,28649	3,33838757
3600	32	50,1	0,00050000	11682,28649	3,09870846
4200	31,1	49,7	0,00050000	11682,28649	3,18430814
4800	30,6	49,5	0,00041667	11682,28649	3,88280154
5400	29,1	49,2	0,00033333	11682,28649	5,16166078
6000	29,9	49,1	0,00041667	11682,28649	3,94443331
6600	32,1	48,7	0,00050000	11682,28649	2,84190942
7200	32,1	48,5	0,00033333	11682,28649	4,21150432
7800	32,5	48,3	0,00025000	11682,28649	5,40989986
8400	32,4	48,2	0,00025000	11682,28649	5,40989986

Média Rt\*: 3,68677827

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	DT/Dt (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	26,2	59			
600	29	58,3	0,00108333	11682,28649	2,31514215
1200	27	57,7	0,00100000	11682,28649	2,62791021
1800	28,7	57,1	0,00091667	11682,28649	2,65203376
2400	28,9	56,6	0,00083333	11682,28649	2,84533341
3000	27,5	56,1	0,00083333	11682,28649	2,93778106
3600	28,3	55,6	0,00075000	11682,28649	3,1158284
4200	29,9	55,2	0,00066667	11682,28649	3,2485079
4800	27,4	54,8	0,00075000	11682,28649	3,12724169
5400	31,4	54,3	0,00083333	11682,28649	2,35227924
6000	31,5	53,8	0,00066667	11682,28649	2,86330934
6600	31,8	53,5	0,00066667	11682,28649	2,78626963
7200	29,1	53	0,00075000	11682,28649	2,72777651
7800	27,6	52,6	0,00050000	11682,28649	4,27998406
8400	27,4	52,4	0,04383333	11682,28649	0,04882111

Média Rt\*: 2,76576461

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	26,6	61,7			
600	26,3	61	0,00108333	<b>11682,28649</b>	<b>2,74182364</b>
1200	26,2	60,4	0,00108333	11682,28649	2,70231609
1800	26,8	59,7	0,00100000	11682,28649	2,81622951
2400	27,3	59,2	0,00091667	11682,28649	2,97886891
3000	28,4	58,6	0,00100000	11682,28649	2,58511037
3600	28,2	58	0,00083333	11682,28649	3,0610446
4200	31,7	57,6	0,00083333	11682,28649	2,66043809
4800	33,3	57	0,00083333	11682,28649	2,43445494
5400	30,5	56,6	0,00066667	11682,28649	3,35122752
6000	30,5	56,2	0,00066667	11682,28649	3,29986771
6600	30,6	55,8	0,00075000	11682,28649	2,87614929
7200	31,3	55,3	0,00058333	11682,28649	3,52181546
7800	31,4	55,1	0,00033333	11682,28649	6,08613734
8400	33,2	54,9	0,00041667	11682,28649	4,4580314

Média Rt\*: 2,77063122

Ensaio: Radiação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	28,7	53,1			
600	28,7	52,5	0,00091667	11682,28649	2,222479
1200	29,4	52	0,00075000	11682,28649	2,57940373
1800	31,3	51,6	0,00050000	11682,28649	3,47534706
2400	30,6	51,4	0,00050000	11682,28649	3,56094674
3000	30,1	51	0,00058333	11682,28649	3,06691429
3600	30,6	50,7	0,00050000	11682,28649	3,44110719
4200	31,6	50,4	0,00050000	11682,28649	3,21854802
4800	31,5	50,1	0,00050000	11682,28649	3,18430814
5400	31,1	49,8	0,00050000	11682,28649	3,20142808
6000	30,5	49,5	0,00058333	11682,28649	2,7881039
6600	31,5	49,1	0,00058333	11682,28649	2,58266467
7200	31,4	48,8	0,00041667	11682,28649	3,57464269
7800	29,9	48,6	0,00033333	11682,28649	4,80214212
8400	30,2	48,4	0,00041667	11682,28649	3,73899408

Média Rt\*: 3,17065296

Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	21,4	43,8			
600	21,3	38,3	0,00808	11682,28649	0,18002407
1200	21,1	34,1	0,00617	11682,28649	0,18045338
1800	20,8	30,9	0,00492	11682,28649	0,17584206
2400	20,7	28,2	0,00392	11682,28649	0,16391428
3000	20,5	26,2	0,00325	11682,28649	0,15012867
3600	20,3	24,3	0,00275	11682,28649	0,12450863
4200	20,2	22,9	0,00233	11682,28649	0,09905106
4800	20	21,5	0,00200	11682,28649	0,06419976
5400	20	20,5	0,00167	11682,28649	0,0256799
6000	20	19,5	0,01708	11682,28649	-0,00250536

Média Rt\*: 0,1675846

Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Lã natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,4	44,5			
600	20,3	41	0,00542	11682,28649	0,32712247
1200	20,1	38	0,00450	11682,28649	0,34049651
1800	20	35,6	0,00367	11682,28649	0,36418773
2400	19,9	33,6	0,00308	11682,28649	0,38034021
3000	19,9	31,9	0,00267	11682,28649	0,38519857
3600	19,8	30,4	0,00233	11682,28649	0,38886712
4200	20,2	29,1	0,00217	11682,28649	0,35161715
4800	20,3	27,8	0,00200	11682,28649	0,3209988
5400	19,8	26,7	0,00175	11682,28649	0,33750731
6000	19,7	25,7	0,00150	11682,28649	0,34239873
6600	19,6	24,9	0,00133	11682,28649	0,34025873
7200	19,5	24,1	0,00125	11682,28649	0,31500683
7800	19,4	23,4	0,02008	11682,28649	0,0170489

Média Rt\*: 0,36755575



Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,4	44,9			
600	20,3	41,1	0,00583	11682,28649	0,30522401
1200	20,1	37,9	0,00483	11682,28649	0,31524296
1800	20	35,3	0,00408	11682,28649	0,32073676
2400	19,9	33	0,00375	11682,28649	0,29902822
3000	19,9	30,8	0,00317	11682,28649	0,29464311
3600	19,8	29,2	0,00242	11682,28649	0,33295324
4200	20,2	27,9	0,00208	11682,28649	0,31637642
4800	20,3	26,7	0,00192	11682,28649	0,2858285
5400	19,8	25,6	0,00175	11682,28649	0,2837018
6000	19,7	24,6	0,00158	11682,28649	0,26490849
6600	19,6	23,7	0,00142	11682,28649	0,24773555
7200	19,5	22,9	0,00108	11682,28649	0,26865131
7800	19,4	22,4	0,01908	11682,28649	0,01345672

Média Rt\*: 0,30741277

Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,3	45,1			
600	20	40,6	0,00691667	11682,28649	0,25494267
1200	19,6	36,8	0,00575000	11682,28649	0,2560547
1800	19,2	33,7	0,00483333	11682,28649	0,25679904
2400	19	31	0,00408333	11682,28649	0,25155825
3000	19	28,8	0,00341667	11682,28649	0,24552494
3600	18,7	26,9	0,00291667	11682,28649	0,24065739
4200	18,5	25,3	0,00250000	11682,28649	0,23283113
4800	18,4	23,9	0,00216667	11682,28649	0,2172915
5400	18,3	22,7	0,01991667	11682,28649	0,01891072

Média Rt\*: 0,25248423

Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,3	43,6			
600	20	38,2	0,007833333	11682,28649	0,19888266
1200	19,6	34,2	0,005916667	11682,28649	0,21122626
1800	19,2	31,1	0,004750000	11682,28649	0,21444973
2400	19	28,5	0,004000000	11682,28649	0,20329924
3000	19	26,3	0,003250000	11682,28649	0,19227005
3600	18,7	24,6	0,002666667	11682,28649	0,18938929
4200	18,5	23,1	0,002333333	11682,28649	0,16875366
4800	18,4	21,8	0,002000000	11682,28649	0,14551946
5400	18,3	20,7	0,018166667	11682,28649	0,01130858

Média Rt\*: 0,20531132

Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,6	45,1			
600	20,5	40,1	0,00741667	11682,28649	0,22621399
1200	20,2	36,2	0,00591667	11682,28649	0,23148083
1800	20	33	0,00483333	11682,28649	0,23023363
2400	19,6	30,4	0,00391667	11682,28649	0,23603657
3000	19,5	28,3	0,00325000	11682,28649	0,2317776
3600	19,4	26,5	0,00291667	11682,28649	0,20837408
4200	19,2	24,8	0,00241667	11682,28649	0,19835512
4800	19,1	23,6	0,00191667	11682,28649	0,20097316
5400	19,1	22,5	0,00166667	11682,28649	0,17462335
6000	19	21,6	0,00150000	11682,28649	0,14837278
6600	18,7	20,7	0,00125000	11682,28649	0,13695949
7200	18,6	20,1	0,00116667	11682,28649	0,11005673
7800	18,6	19,3	0,01675000	11682,28649	0,0035773

Média Rt\*: 0,23238216

Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,6	44,1			
600	20,5	37,9	0,00891667	11682,28649	0,16703938
1200	20,2	33,4	0,00650000	11682,28649	0,1738332
1800	20	30,1	0,00491667	11682,28649	0,17584206
2400	19,6	27,5	0,00383333	11682,28649	0,17640978
3000	19,5	25,5	0,00308333	11682,28649	0,16657235
3600	19,4	23,8	0,00266667	11682,28649	0,14123947
4200	19,2	22,3	0,00225000	11682,28649	0,11793734
4800	19,1	21,1	0,00191667	11682,28649	0,08932141
5400	19,1	20	0,00150000	11682,28649	0,05135981
6000	19	19,3	0,00133333	11682,28649	0,01925993
6600	18,7	18,4	0,00125000	11682,28649	-0,02054392
7200	18,6	17,8	0,00108333	11682,28649	-0,06321207
7800	18,6	17,1	0,01483333	11682,28649	-0,00865615

Média Rt\*:0,17316435

Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,6	43,7			
600	20,5	38,9	0,00716666667	11682,28649	0,2197722
1200	20,3	35,1	0,00566666667	11682,28649	0,22356623
1800	20,1	32,1	0,0045	11682,28649	0,22826582
2400	20	29,7	0,00366666667	11682,28649	0,22645007
3000	19,8	27,7	0,00308333333	11682,28649	0,21932026
3600	19,8	26	0,00266666667	11682,28649	0,19901926
4200	19,6	24,5	0,00233333333	11682,28649	0,17975933
4800	19,5	23,2	0,002	11682,28649	0,15835941
5400	19,5	22,1	0,00166666667	11682,28649	0,1335355
6000	19,4	21,2	0,00141666667	11682,28649	0,10876195
6600	19,3	20,4	0,01766666667	11682,28649	0,00532979

Média Rt\*: 0,22440059

Ensaio: Ventilação

Jarro: Poroso

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,6	42,9			
600	20,5	38,1	0,007	11682,28649	0,21522206
1200	20,3	34,5	0,00541666667	11682,28649	0,22440286
1800	20,1	31,6	0,00433333333	11682,28649	0,22716838
2400	20	29,3	0,00358333333	11682,28649	0,22216103
3000	19,8	27,3	0,00308333333	11682,28649	0,20821544
3600	19,8	25,6	0,0025	11682,28649	0,19859126
4200	19,6	24,3	0,00208333333	11682,28649	0,19311288
4800	19,5	23,1	0,00191666667	11682,28649	0,16077853
5400	19,5	22	0,00166666667	11682,28649	0,12839952
6000	19,4	21,1	0,00125	11682,28649	0,11641557
6600	19,3	20,5	0,01758333333	11682,28649	0,00584187

Média Rt\*: 0,22048693

Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	21,4	49,8			
600	21,3	46,9	0,00450000	11682,28649	0,48696708
1200	21,1	44,4	0,00408333	11682,28649	0,48844226
1800	20,8	42	0,00383333	11682,28649	0,47340345
2400	20,7	39,8	0,00316667	11682,28649	0,51630124
3000	20,5	38,2	0,00283333	11682,28649	0,53474624
3600	20,3	36,4	0,00266667	11682,28649	0,51680808
4200	20,2	35	0,00250000	11682,28649	0,50675011
4800	20	33,4	0,00233333	11682,28649	0,49158674
5400	20	32,2	0,00200000	11682,28649	0,52215806
6000	20	31	0,02683333	11682,28649	0,03509055

Média Rt\*: 0,5032233



Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,4	51			
600	20,3	48,8	0,0033333	11682,28649	0,73187727
1200	20,1	47	0,0029167	11682,28649	0,78947363
1800	20	45,3	0,0026667	11682,28649	0,81212698
2400	19,9	43,8	0,0024167	11682,28649	0,84655133
3000	19,9	42,4	0,0022500	11682,28649	0,85599681
3600	19,8	41,1	0,0021667	11682,28649	0,84151071
4200	20,2	39,8	0,0020000	11682,28649	0,83887688
4800	20,3	38,7	0,0016667	11682,28649	0,94502048
5400	19,8	37,8	0,0014167	11682,28649	1,08761948
6000	19,7	37	0,0015833	11682,28649	0,93528915
6600	19,6	35,9	0,0015833	11682,28649	0,88122619
7200	19,5	35,1	0,0014167	11682,28649	0,94260355
7800	19,4	34,2	0,0292500	11682,28649	0,04331198

Média Rt\*: 0,82603719

Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,4	49,4			
600	20,3	47,9	0,002416667	11682,28649	0,97760739
1200	20,1	46,5	0,002333333	11682,28649	0,96849925
1800	20	45,1	0,002333333	11682,28649	0,920808
2400	19,9	43,7	0,002083333	11682,28649	0,97789076
3000	19,9	42,6	0,002000000	11682,28649	0,97155638
3600	19,8	41,3	0,001916667	11682,28649	0,96020512
4200	20,2	40,3	0,001666667	11682,28649	1,03233216
4800	20,3	39,3	0,001583333	11682,28649	1,02719618
5400	19,8	38,4	0,001583333	11682,28649	1,00557099
6000	19,7	37,4	0,001666667	11682,28649	0,90906862
6600	19,6	36,4	0,001333333	11682,28649	1,07855598
7200	19,5	35,8	0,001166667	11682,28649	1,19594983
7800	19,4	35	0,029833333	11682,28649	0,0447605

Média Rt\*: 0,9596886

Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,3	51,6			
600	20	49	0,00416667	11682,28649	0,59577378
1200	19,6	46,6	0,00391667	11682,28649	0,59009142
1800	19,2	44,3	0,00358333	11682,28649	0,59959591
2400	19	42,3	0,00333333	11682,28649	0,59834177
3000	19	40,3	0,00308333	11682,28649	0,59133185
3600	18,7	38,6	0,00283333	11682,28649	0,60121188
4200	18,5	36,9	0,00258333	11682,28649	0,60969063
4800	18,4	35,5	0,00233333	11682,28649	0,62732338
5400	18,3	34,1	0,02958333	11682,28649	0,04571746

Média Rt\*: 0,59484024

Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,3	49,6			
600	20	47	0,0040833	11682,28649	0,56600606
1200	19,6	44,7	0,0038333	11682,28649	0,56049183
1800	19,2	42,4	0,0035833	11682,28649	0,55420817
2400	19	40,4	0,0031667	11682,28649	0,57847364
3000	19	38,6	0,0030000	11682,28649	0,55925125
3600	18,7	36,8	0,0026667	11682,28649	0,58100784
4200	18,5	35,4	0,0023333	11682,28649	0,61998626
4800	18,4	34	0,0021667	11682,28649	0,61631771
5400	18,3	32,8	0,0283333	11682,28649	0,0438069

Média Rt\*: 0,56310622

Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,6	53,2			
600	20,5	50,9	0,00400000	11682,28649	0,65055758
1200	20,2	48,4	0,00383333	11682,28649	0,62971592
1800	20	46,3	0,00350000	11682,28649	0,64322046
2400	19,6	44,2	0,00325000	11682,28649	0,64792374
3000	19,5	42,4	0,00300000	11682,28649	0,6534109
3600	19,4	40,6	0,00291667	11682,28649	0,6221874
4200	19,2	38,9	0,00266667	11682,28649	0,63236765
4800	19,1	37,4	0,00241667	11682,28649	0,64819621
5400	19,1	36	0,00216667	11682,28649	0,66767751
6000	19	34,8	0,00216667	11682,28649	0,62421921
6600	18,7	33,4	0,00200000	11682,28649	0,62915766
7200	18,6	32,4	0,00158333	11682,28649	0,7460688
7800	18,6	31,5	0,02700000	11682,28649	0,04089763

Média Rt\*: 0,64356775

Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,6	52,2			
600	20,5	49,3	0,00466666667	11682,28649	0,52827232
1200	20,2	46,6	0,00416666667	11682,28649	0,54235958
1800	20	44,3	0,00375	11682,28649	0,55468593
2400	19,6	42,1	0,00341666667	11682,28649	0,56370522
3000	19,5	40,2	0,00308333333	11682,28649	0,57467462
3600	19,4	38,4	0,00291666667	11682,28649	0,55762078
4200	19,2	36,7	0,00266666667	11682,28649	0,56174791
4800	19,1	35,2	0,00225	11682,28649	0,61251327
5400	19,1	34	0,00216666667	11682,28649	0,58866242
6000	19	32,6	0,00216666667	11682,28649	0,53730261
6600	18,7	31,4	0,00175	11682,28649	0,62120912
7200	18,6	30,5	0,00166666667	11682,28649	0,61118172
7800	18,6	29,4	0,02541666667	11682,28649	0,03637285

Média Rt\*: 0,55885634

Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,6	50,8			
600	20,5	47,7	0,00458333	11682,28649	0,5079952
1200	20,3	45,3	0,00391667	11682,28649	0,54638094
1800	20,1	43	0,00350000	11682,28649	0,56006649
2400	20	41,1	0,00300000	11682,28649	0,60205109
3000	19,8	39,4	0,00283333	11682,28649	0,59214838
3600	19,8	37,7	0,00266667	11682,28649	0,57458786
4200	19,6	36,2	0,00233333	11682,28649	0,60898059
4800	19,5	34,9	0,00216667	11682,28649	0,6084162
5400	19,5	33,6	0,00200000	11682,28649	0,60347775
6000	19,4	32,5	0,00191667	11682,28649	0,58505521
6600	19,3	31,3	0,02708333	11682,28649	0,03792724

Média Rt\*: 0,57516173

Ensaio: Ventilação

Jarro: Glasurado

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,6	50,7			
600	20,5	47,9	0,00425000	11682,28649	0,55186618
1200	20,3	45,6	0,00375000	11682,28649	0,57751252
1800	20,1	43,4	0,00341667	11682,28649	0,58374807
2400	20	41,5	0,00308333	11682,28649	0,59688426
3000	19,8	39,7	0,00275000	11682,28649	0,61943042
3600	19,8	38,2	0,00258333	11682,28649	0,60969063
4200	19,6	36,6	0,00241667	11682,28649	0,60214948
4800	19,5	35,3	0,00216667	11682,28649	0,62421921
5400	19,5	34	0,00200000	11682,28649	0,62059769
6000	19,4	32,9	0,00183333	11682,28649	0,63032493
6600	19,3	31,8	0,02741667	11682,28649	0,03902721

Média Rt\*: 0,59439382



Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,6	36,2			
600	18,6	32,1	0,00608	11682,28649	0,18996094
1200	18,3	28,9	0,00467	11682,28649	0,19443356
1800	18,2	26,5	0,00375	11682,28649	0,18946063
2400	18	24,4	0,00325	11682,28649	0,16856553
3000	17,8	22,6	0,00267	11682,28649	0,15407943
3600	18	21,2	0,00217	11682,28649	0,12642414
4200	17,7	20	0,00183	11682,28649	0,10738869
4800	17,4	19	0,00167	11682,28649	0,08217569
5400	17,3	18	0,01583	11682,28649	0,00378441

Média Rt\*: 0,17663479

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Lã natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,4	45,9			
600	20,1	43,5	0,00375	11682,28649	0,53414201
1200	19,9	41,4	0,00333	11682,28649	0,55211794
1800	19,7	39,5	0,00317	11682,28649	0,53522327
2400	19,6	37,6	0,00275	11682,28649	0,56028882
3000	19,5	36,2	0,00233	11682,28649	0,61264915
3600	19,4	34,8	0,00233	11682,28649	0,5649579
4200	19,3	33,4	0,00217	11682,28649	0,55705639
4800	19,3	32,2	0,00175	11682,28649	0,63099194
5400	19,2	31,3	0,00167	11682,28649	0,62145369
6000	19,2	30,2	0,00175	11682,28649	0,53805514
6600	19,1	29,2	0,02517	11682,28649	0,03435325

Média Rt\*: 0,5650698

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,4	44,8			
600	20,1	42,4	0,00367	11682,28649	0,5206017
1200	19,9	40,4	0,00325	11682,28649	0,53993645
1800	19,7	38,5	0,00292	11682,28649	0,55175109
2400	19,6	36,9	0,00258	11682,28649	0,57324174
3000	19,5	35,4	0,00242	11682,28649	0,56318687
3600	19,4	34	0,00217	11682,28649	0,57681016
4200	19,3	32,8	0,00192	11682,28649	0,60291949
4800	19,3	31,7	0,00183	11682,28649	0,57896512
5400	19,2	30,6	0,00175	11682,28649	0,55762078
6000	19,2	29,6	0,00158	11682,28649	0,56225475
6600	19,1	28,7	0,00142	11682,28649	0,58006372
7200	19,2	27,9	0,02392	11682,28649	0,031138

Média Rt\*: 0,55702904

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	21,8	49			
600	22	45,7	0,00516667	11682,28649	0,39265402
1200	21,4	42,8	0,00458333	11682,28649	0,39967269
1800	21,2	40,2	0,00400000	11682,28649	0,40659849
2400	21,1	38	0,00341667	11682,28649	0,42340525
3000	20,9	36,1	0,00308333	11682,28649	0,42198329
3600	20,7	34,3	0,00283333	11682,28649	0,41087847
4200	20,7	32,7	0,00250000	11682,28649	0,41087847
4800	20,7	31,3	0,00225000	11682,28649	0,40326961
5400	20,5	30	0,00200000	11682,28649	0,40659849
6000	20,4	28,9	0,00183333	11682,28649	0,39687125
6600	20,4	27,8	0,02408333	11682,28649	0,02630191

Média Rt\*: 0,41291493

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Viscose

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	21,8	47			
600	22	43,5	0,00541667	11682,28649	0,33976489
1200	21,4	40,5	0,00475000	11682,28649	0,34420082
1800	21,2	37,8	0,00408333	11682,28649	0,34798891
2400	21,1	35,6	0,00350000	11682,28649	0,35462725
3000	20,9	33,6	0,00308333	11682,28649	0,35257815
3600	20,7	31,9	0,00258333	11682,28649	0,37111604
4200	20,7	30,5	0,00233333	11682,28649	0,35951866
4800	20,7	29,1	0,00216667	11682,28649	0,33186338
5400	20,5	27,9	0,00200000	11682,28649	0,31671882
6000	20,4	26,7	0,00191667	11682,28649	0,28136243
6600	20,4	25,6	0,02225000	11682,28649	0,02000532

Média Rt\*: 0,34984878

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,5	51,3			
600	19,1	47,9	0,00283333	11682,28649	0,9728152
1200	18,9	44,9	0,00533333	11682,28649	0,46544827
1800	18,7	42,4	0,00458333	11682,28649	0,48931891
2400	18,7	40,2	0,00391667	11682,28649	0,51796914
3000	18,7	38,2	0,00350000	11682,28649	0,52582661
3600	18,8	36,5	0,00308333	11682,28649	0,53858394
4200	18,8	34,9	0,00275000	11682,28649	0,55095068
4800	18,7	33,6	0,00241667	11682,28649	0,57381304
5400	18,4	32,4	0,00208333	11682,28649	0,62453527
6000	18,2	31,2	0,00200000	11682,28649	0,60775774
6600	18,2	30,3	0,00175000	11682,28649	0,63588335
7200			0,02600000	11682,28649	0,09975655

Média Rt\*: 0,49964073

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	DT/Dt (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,5	47,8			
600	19,1	44,3	0,00291667	11682,28649	0,83056148
1200	18,9	41,2	0,00550000	11682,28649	0,39220218
1800	18,7	38,7	0,00466667	11682,28649	0,40904419
2400	18,7	36,5	0,00391667	11682,28649	0,43710476
3000	18,7	34,6	0,00341667	11682,28649	0,44595346
3600	18,8	32,9	0,00300000	11682,28649	0,45367831
4200	18,8	31,4	0,00266667	11682,28649	0,45260831
4800	18,7	30,1	0,00233333	11682,28649	0,46223828
5400	18,4	29,1	0,00191667	11682,28649	0,50913202
6000	18,2	28,1	0,00166667	11682,28649	0,54954995
6600	18,2	27	0,00175000	11682,28649	0,48424963

Média Rt\*: 0,42107615

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,4	45,3			
600	19,2	42,3	0,00458333	11682,28649	0,43142239
1200	19	39,8	0,00375000	11682,28649	0,4747929
1800	18,9	37,8	0,00333333	11682,28649	0,48535019
2400	18,8	35,8	0,00308333	11682,28649	0,471955
3000	18,7	34,1	0,00266667	11682,28649	0,49433816
3600	18,7	32,6	0,00241667	11682,28649	0,49234575
4200	18,5	31,2	0,00216667	11682,28649	0,50174582
4800	18,6	30	0,00191667	11682,28649	0,50913202
5400	18,5	28,9	0,00183333	11682,28649	0,48558365
6000	18,5	27,8	0,00175000	11682,28649	0,45490116
6600	18,4	26,8	0,00158333	11682,28649	0,45412884
7200	18,3	25,9	0,02233333	11682,28649	0,02912944

Média Rt\*: 0,48160906



Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Poroso

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,4	45,6			
600	19,2	42,4	0,004916667	11682,28649	0,40391443
1200	19	39,7	0,004166667	11682,28649	0,42525922
1800	18,9	37,4	0,003500000	11682,28649	0,45245546
2400	18,8	35,5	0,003000000	11682,28649	0,47650489
3000	18,7	33,8	0,002750000	11682,28649	0,47002007
3600	18,7	32,2	0,002416667	11682,28649	0,47817753
4200	18,5	30,9	0,002166667	11682,28649	0,48989356
4800	18,6	29,6	0,001916667	11682,28649	0,49126774
5400	18,5	28,6	0,001750000	11682,28649	0,49403245
6000	18,5	27,5	0,001666667	11682,28649	0,46223828
6600	18,4	26,6	0,001500000	11682,28649	0,46794492
7200	18,3	25,7	0,022166667	11682,28649	0,02857613

Média Rt\*: 0,45605991

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Sem tecido

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	18,6	43,2			
600	18,6	40,9	0,00366667	11682,28649	0,5206017
1200	18,3	38,8	0,00333333	11682,28649	0,52643804
1800	18,2	36,9	0,00291667	11682,28649	0,54881624
2400	18	35,3	0,00266667	11682,28649	0,55532793
3000	17,8	33,7	0,00241667	11682,28649	0,56318687
3600	18	32,4	0,00225000	11682,28649	0,54783796
4200	17,7	31	0,00208333	11682,28649	0,54646837
4800	17,4	29,9	0,00183333	11682,28649	0,58363419
5400	17,3	28,8	0,02491667	11682,28649	0,03950755

Média Rt\*: 0,54844227

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã natural

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,4	52			
600	20,1	50,4	0,00241667	11682,28649	1,0732429
1200	19,9	49,1	0,00225000	11682,28649	1,11089364
1800	19,7	47,7	0,00208333	11682,28649	1,15045972
2400	19,6	46,6	0,00183333	11682,28649	1,26064985
3000	19,5	45,5	0,00175000	11682,28649	1,27176669
3600	19,4	44,5	0,00166667	11682,28649	1,2891312
4200	19,3	43,5	0,00166667	11682,28649	1,24290737
4800	19,3	42,5	0,00150000	11682,28649	1,32394174
5400	19,2	41,7	0,00141667	11682,28649	1,35952435
6000	19,2	40,8	0,00141667	11682,28649	1,30514338
6600	19,1	40	0,00133333	11682,28649	1,341775
7200	19,2	39,2	0,03333333	11682,28649	0,05135981

Média Rt\*: 1,19844248

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Lã sintética

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	20,4	50,2			
600	20,1	49,1	0,00175	11682,28649	1,418509
1200	19,9	48,1	0,00175	11682,28649	1,37937772
1800	19,7	47	0,00158	11682,28649	1,47591871
2400	19,6	46,2	0,00150	11682,28649	1,51796768
3000	19,5	45,2	0,00150	11682,28649	1,46660787
3600	19,4	44,4	0,00150	11682,28649	1,42666135
4200	19,3	43,4	0,00158	11682,28649	1,30291725
4800	19,3	42,5	0,00133	11682,28649	1,48943445
5400	19,2	41,8	0,00125	11682,28649	1,54764224
6000	19,2	41	0,00133	11682,28649	1,39955479
6600	19,1	40,2	0,00125	11682,28649	1,44492262
7200	19,2	39,5	0,03350	11682,28649	0,05187085

Média Rt\*: 1,459968

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	21,8	51,2			
600	22	49,8	0,00242	11682,28649	0,98469151
1200	21,4	48,3	0,00225	11682,28649	1,02339174
1800	21,2	47,1	0,00208	11682,28649	1,06417524
2400	21,1	45,8	0,00208	11682,28649	1,01486982
3000	20,9	44,6	0,00192	11682,28649	1,05845867
3600	20,7	43,5	0,00183	11682,28649	1,06454876
4200	20,7	42,4	0,00183	11682,28649	1,01318895
4800	20,7	41,3	0,00183	11682,28649	0,96182915
5400	20,5	40,2	0,00158	11682,28649	1,06504024
6000	20,4	39,4	0,00150	11682,28649	1,08426263
6600	20,4	38,4	0,03283	11682,28649	0,04692774

Média Rt\*: 1,04022387

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Crepe

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	21,8	52,5			
600	22	50,5	0,00292	11682,28649	0,83643117
1200	21,4	49	0,00242	11682,28649	0,97760739
1800	21,2	47,6	0,00225	11682,28649	1,00436959
2400	21,1	46,3	0,00217	11682,28649	0,99559014
3000	20,9	45	0,00200	11682,28649	1,03147616
3600	20,7	43,9	0,00192	11682,28649	1,03612832
4200	20,7	42,7	0,00192	11682,28649	0,98253547
4800	20,7	41,6	0,00183	11682,28649	0,97583637
5400	20,5	40,5	0,00150	11682,28649	1,14132908
6000	20,4	39,8	0,00133	11682,28649	1,24547536
6600	20,4	38,9	0,03317	11682,28649	0,04774656

Média Rt\*: 1,00226082

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Brim

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,5	53,5			
600	19,1	52	0,00225	11682,28649	1,25165756
1200	18,9	50,8	0,00217	11682,28649	1,26029069
1800	18,7	49,4	0,00225	11682,28649	1,1679601
2400	18,7	48,1	0,00200	11682,28649	1,25831531
3000	18,7	47	0,00183	11682,28649	1,32134781
3600	18,8	45,9	0,00192	11682,28649	1,21030506
4200	18,8	44,7	0,00183	11682,28649	1,20929004
4800	18,7	43,7	0,00175	11682,28649	1,22285259
5400	18,4	42,6	0,00175	11682,28649	1,18372131
6000	18,2	41,6	0,00150	11682,28649	1,33535503
6600	18,2	40,8	0,03467	11682,28649	0,05580441

Média Rt\*: 1,25197848

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Oxford

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,5	53,8			
600	19,1	52,5	0,00225	11682,28649	1,27067971
1200	18,9	51,1	0,00225	11682,28649	1,22502655
1800	18,7	49,8	0,00225	11682,28649	1,18317782
2400	18,7	48,4	0,00217	11682,28649	1,17337409
3000	18,7	47,2	0,00192	11682,28649	1,27283004
3600	18,8	46,1	0,00183	11682,28649	1,27465707
4200	18,8	45	0,00183	11682,28649	1,22329726
4800	18,7	43,9	0,00183	11682,28649	1,17660653
5400	18,4	42,8	0,00175	11682,28649	1,19350413
6000	18,2	41,8	0,00158	11682,28649	1,27588578
6600	18,2	40,9	0,03483	11682,28649	0,05578314

Média Rt\*: 1,21360213



Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Linho

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,4	49,3			
600	19,2	47,9	0,00233	11682,28649	1,05287608
1200	19	46,5	0,00217	11682,28649	1,08645749
1800	18,9	45,3	0,00192	11682,28649	1,17904257
2400	18,8	44,2	0,00200	11682,28649	1,08711595
3000	18,7	42,9	0,00200	11682,28649	1,03575614
3600	18,7	41,8	0,00183	11682,28649	1,07855598
4200	18,5	40,7	0,00167	11682,28649	1,14018775
4800	18,6	39,8	0,00150	11682,28649	1,20980883
5400	18,5	38,9	0,00158	11682,28649	1,10288431
6000	18,5	37,9	0,00158	11682,28649	1,04882136
6600	18,4	37	0,00150	11682,28649	1,06143605
7200	18,3	36,1	0,03083	11682,28649	0,04941646

Média Rt\*: 1,09709304

Ensaio: Ventilação e camada de ar

Jarro: Glasurado

Tecido: Tricoline

t (s)	Tar (°C)	Td (°C)	$\Delta T/\Delta t$ (°C/s)	Ca-Cg/2	Rt*total
0	19,4	50,5			
600	19,2	48,3	0,00325	11682,28649	0,76644638
1200	19	46,6	0,00267	11682,28649	0,8859567
1800	18,9	45,1	0,00242	11682,28649	0,92801861
2400	18,8	43,7	0,00225	11682,28649	0,94730314
3000	18,7	42,4	0,00208	11682,28649	0,97378197
3600	18,7	41,2	0,00183	11682,28649	1,05054154
4200	18,5	40,2	0,00175	11682,28649	1,06143605
4800	18,6	39,1	0,00175	11682,28649	1,00273912
5400	18,5	38,1	0,00158	11682,28649	1,05963395
6000	18,5	37,2	0,00150	11682,28649	1,06714269
6600	18,4	36,3	0,00150	11682,28649	1,02148953
7200	18,3	35,4	0,03025	11682,28649	0,04838858

Média Rt\*: 0,93376511